

**PRODUKTIONSTHEORIE
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
EINER HIERARCHISCHEN
PRODUKTIONSORGANISATION**

— axiomatische Grundlagen und Modellanwendungen —

Christian Sievi

1976

PRODUKTIONSTHEORIE UNTER BERÜCKSICHTIGUNG
EINER HIERARCHISCHEN PRODUKTIONSORGANISATION
- axiomatische Grundlagen und Modellanwendungen -



Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades Doctor rerum politicarum
(Dr. rer. pol.)
an der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von
Christian Sievi

1976



Referent: Prof. Dr. Dr. h.c. E. Heinen

Koreferent: Prof. Dr. W. Kirsch

Promotionsabschlußberatung: 26. Juli 1976

Inhaltsverzeichnis

Seite

1. THEORETISCHE GRUNDLAGEN DER ORGANISATIONSTHEORIE

1.1 Einführung

1.1.1 Die Organisationstheorie als Teilbereich der Theorie der Organisationswissenschaft

1.1.1.1 Die Organisationstheorie und Organisationslehre

Meiner Mutter

1.1.1.2 Die Organisationstheorie als Teilbereich der Organisationswissenschaft

1.1.1.3 Die Organisationstheorie und Organisationslehre

1.1.1.4 Die Organisationstheorie und Organisationslehre

1.2 Die Organisationstheorie als Teilbereich der Organisationswissenschaft

1.2.1 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

1.2.2 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

1.2.3 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

1.2.4 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

1.2.5 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

1.3 Die Organisationstheorie als Teilbereich der Organisationswissenschaft

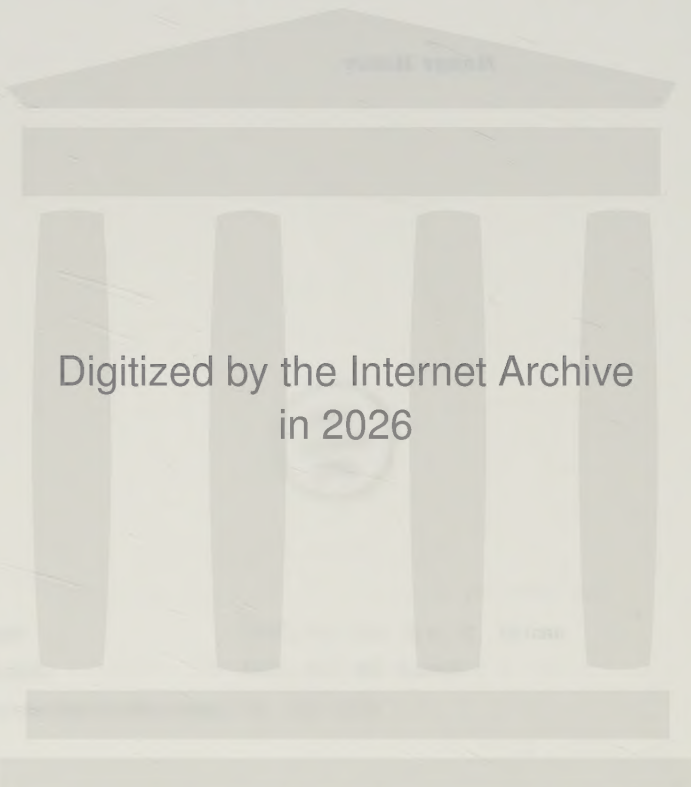
1.4 Die Organisationstheorie als Teilbereich der Organisationswissenschaft

2. THEORETISCHE GRUNDLAGEN DER ORGANISATIONSTHEORIE

2.1 Organisationslehre

2.1.1 Organisationslehre und Organisationswissenschaft

2.1.1.1 Organisationslehre und Organisationswissenschaft



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41554616_0078

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. PRODUKTIONSTHEORIE UND ORGANISATIONALE PHÄNOMENE	1
1.1 Produktionstheorie als Teiltheorie der Theorie der Unternehmung	1
1.1.1 Untersuchungsgegenstand und Erkenntnisziel der Produktionstheorie	1
1.1.2 Die Produktionstheorie im System betriebswirtschaftlicher Theorien	4
1.1.3 Produktionstheorie und Realitätsausschnitt	6
1.1.4 Zusammenfassung und Problemstellung der Arbeit	14
1.2 Zur Erfassung organisationaler Phänomene in den bestehenden Produktionstheorien - eine Bestandsaufnahme	16
1.2.1 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ A (Ertragsgesetz)	16
1.2.2 Organisationale Phänomene und Aktivitätsanalyse	19
1.2.3 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ B	21
1.2.4 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ C	24
1.2.5 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ D	26
1.3 Zur These Kilgers der Notwendigkeit der Vernachlässigung organisationaler Phänomene in der Produktionstheorie	27
1.4 Produktionstheorie und Produktionsplanung in Organisationen	34
2. ENTWURF EINER PRODUKTIONSTHEORIE MIT EINBEZIEHUNG ORGANISATIONALER PHÄNOMENE	43
2.1 Grundsätzliche Überlegungen	43
2.2 Produktionstheorie in "konstanten Produktionsorganisationen"	47
2.2.1 Definition einer "konstanten Produktionsorganisation"	47

	Seite
2.2.2 Elemente der Produktionstheorie in "konstanten Produktionsorganisationen"	74
2.2.3 Ableitung der Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i zu den Produktionstheorien der Organisationsmitglieder P_i	88
2.2.3.1 Beispielhafte Verdeutlichung der Vorgehensweise	88
2.2.3.2 Die Konsistenzbedingung in einem Spezialfall "konstanter Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis"	100
2.2.3.3 Die Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis"	108
3. ANWENDUNG DES ENTWURFES ZU EINER PRODUKTIONSTHEORIE MIT EINBEZIEHUNG ORGANISATIONALER PHÄNOMENE IN EINEM MODELLFALL	115
3.1 Grundlagen des Modellfalls	116
3.1.1 Produktionstechnischer Überblick	116
3.1.2 Die "konstante Produktionsorganisation" des Modellfalls	118
3.1.2.1 Personenmehrheit P	118
3.1.2.2 Technisch-physiologische Größenmehrheit	118
3.1.2.3 Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche	126
3.1.2.4 Zielsetzungen	132
3.2 Produktionstheorie und Produktionsplanung im Modellfall	138
3.2.1 Teilproduktionstheorien der Arbeiter P_i^j	139
3.2.2 Produktionsplanung der Arbeiter P_i^j	147
3.2.3 Teilproduktionstheorien der Werkstättenleiter PS_i	157
3.2.4 Produktionsplanung der Werkstättenleiter PS_i	162
3.2.5 Teilproduktionstheorie des Produktionsleiters P_p	175

3.2.6	Produktionsplanung des Produktionsleiters P_p	189
3.2.7	Teilproduktionstheorie des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_o	196
3.2.8	Produktionsplanung des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_o	202
3.3	Zusammenfassung und Überblick	204
4.	ZU EINER INTEGRIERTEN PRODUKTIONS- UND ORGANISATIONS- THEORIE IN VARIABLEN PRODUKTIONSORGANISATIONEN	209
4.1	Das Effizienzproblem als Ausgangspunkt	209
4.2	Produktionstheorie in variablen Produktionsorganisationen	210
4.2.1	Variation der Zielsetzungen	212
4.2.2	Variation der Vorgabebereiche und Entscheidungsbereiche	214
4.2.3	Variation der Personenmehrheit	219
4.2.4	Variation der technisch-physiologischen Größenmehrheit	220
4.3	Schlußgedanke	221

1 PRODUKTIONSTHEORIE UND ORGANISATIONALE PHÄNOMENE

Im ersten Abschnitt der vorliegenden Untersuchung wird schrittweise die zu bearbeitende Problemstellung entwickelt. Es wird zuerst dargestellt, warum die Berücksichtigung organisationaler Phänomene in der Produktionstheorie notwendig erscheint. Sodann erfolgt die Prüfung der Frage, inwieweit dies in bestehenden produktionstheoretischen Ansätzen der Fall ist. In diesem Zusammenhang wird eine These Kilgers, die von der Notwendigkeit der Nichtberücksichtigung organisationaler Phänomene in der Produktionstheorie ausgeht, diskutiert. Schließlich wird der Grundgedanke zu einer Berücksichtigung organisationaler Phänomene in der Produktionstheorie erläutert und die besondere Bedeutung dieses Ansatzes als Grundlage der Produktionsplanung aufgezeigt.

1.1 Produktionstheorie als Teiltheorie der Theorie der Unternehmung

1.1.1 Untersuchungsgegenstand und Erkenntnisziel der Produktionstheorie

Untersuchungsgegenstand der Produktionstheorie sind die mengenmäßigen Beziehungen zwischen Faktoreinsatz (Faktoren) und Faktorertrag (Produkten) im Produktionsprozeß. Die Produktionstheorie untersucht also mengenmäßige Input-Outputbeziehungen im Rahmen der Produktion.¹⁾

1) Vgl. z.B. Adam, D. (1974), S. 1; Bohr, K. (1967), S. 6; Busse v. Colbe, W./Laßmann, G. (1975), S. 61; Gutenberg, E. (1972), S. 9 und S. 302 sowie (1956), S. 429 f.; Heinen, E. (1974), S. 118 u. S. 165; Kilger, W. (1958a), S. 553 und (1958b), S. 8 f.; Kloock, J. (1969a), S. 14 und (1969b), S. 51; Laßmann, G. (1958), S. 19; Lücke, W. (1969), S. 13; Raffée, H. (1974), S. 176; Schneider, E. (1934), S. 1; Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 26 f.; Waffenschmidt, W. (1955), S. 11; Wittmann, W. (1966), S. 16 und (1968), S. 2.

Der Begriff der Produktion (Kombination, Fertigung, Herstellung) als wesentlicher Bestandteil obiger Festlegung wird dabei weit gefaßt. Er beinhaltet zunächst physische und energetische Veränderungen wie physikalische und chemische Umformung, Trennung oder Zusammenfügung. Darüber hinaus sollen aber auch Transport, Auswahl und Lagerung unter Produktion verstanden werden. "Often it need only be a movement or a selection or a conservation ('a movement in time')." ¹⁾

Hinsichtlich der betrachteten Faktoren und Produkte werden hingegen Einschränkungen vorgenommen. Es muß sich hierbei um materielle oder immaterielle Realgüter (Güter im engeren Sinn und Dienstleistungen) handeln.

Durch einen monetären Nennwert gekennzeichnete Nominalgüter werden von der Analyse ausgeschlossen. ²⁾

Die Produktionstheorie beschränkt sich ausschließlich auf die Analyse von Mengenbeziehungen. Die betrachteten Faktoren und Produkte werden also in unbewerteten Größen erfaßt (z.B. Stückzahlen, Energieeinheiten, Einheiten menschlicher Arbeit). Wertaspekte bleiben ausgeklammert. ³⁾

Erkenntnisziel der Produktionstheorie ist es, die Gesetzmäßigkeiten abzubilden, die die Input-Outputbeziehungen ihres Untersuchungsgegenstandes besitzen. ⁴⁾ "Gesucht ist das Gesetz der Faktorkombination." ⁵⁾ "Die Produk-

1) Frisch, R. (1965) (Hervorhebungen des Verfassers wurden unterstrichen).

2) Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 26. Die Einschränkung auf Realgüter als Produktionsfaktoren wird häufig nicht direkt ausgesprochen, ergibt sich aber aus der von den Autoren behandelten Materie. Die unterschiedlichen Systeme von Produktionsfaktoren, die dem Produktionsprozeß zugrunde gelegt werden, umfassen nämlich ausschließlich materielle oder immaterielle Realgüter. Zur Problematik der Bestimmung des Gutscharakters und obiger Einschränkung vgl. Heinen, E./Picot, A. (1975), S. 288 ff. sowie die Ausführungen auf S.6 ff.

3) Vgl. z.B. Heinen, E. (1974), S. 165; Kloock, J. (1969a), S. 12 und (1969b), S. 50 f.; Köhler, R. (1966), S. 120; Laßmann, G. (1958), S. 5; Preßmar, D. (1971), S. 149 f.

4) Vgl. z.B. Gutenberg, E. (1972), S. 9 und (1964), S. 146; Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 26.

5) Gutenberg, E. (1972), S. 298

tionstheorie soll ein System von Aussagen bilden, mit dem die Ausprägung des Outputs bei gegebenem Input oder die Ausprägung des Inputs bei gegebenem Output unter der Festlegung konkreter Anwendungsbedingungen erklärt und prognostiziert werden kann."¹⁾ Sind die hierbei betrachteten Input- und Outputfaktoren quantitativ meßbar²⁾ und läßt sich eine eindeutige Beziehung zwischen den Ausprägungen des Inputs und des Outputs herstellen, so können die Aussagen der Produktionstheorie in funktionaler Form in sogenannten Produktionsfunktionen gefaßt werden.³⁾ Eine Produktionsfunktion ordnet in eindeutiger Weise jeder Kombination von Inputfaktoren den entsprechenden Faktoroutput zu (inputorientierte Produktionsfunktion); oder sie beschreibt umgekehrt, welche Faktorinputmengen benötigt werden, um einen gewünschten Faktoroutput zu erstellen (outputorientierte Produktionsfunktion).⁴⁾

-
- 1) Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 26.
 - 2) Dies bedeutet nicht, daß die Faktoren beliebig teilbar sein müssen. Zur Problematik der quantitativen Messung insbesondere der menschlichen Arbeit vgl. Reichwald, R. (1973), S. 40, S. 44 ff., S. 163 ff.
 - 3) Daneben können in gewissen Fällen die Aussagen der Produktionstheorie auch in tabellarischer und/oder graphischer Form abgebildet werden (vgl. hierzu z.B. Krajewski, G. (1968), S. 20 ff.). Ein über das Konzept der funktionalen Abbildung hinausgehender Ansatz findet in der sog. Aktivitätsanalyse Anwendung. Hier wird der Zusammenhang zwischen Faktorinput und Faktoroutput im mathematisch mengentheoretischen Kalkül dargestellt (vgl. z.B. Koopmans, T.C. (1951); Debreu, G. (1965); Hildenbrand, W. (1966); Wittmann, W. (1966) und (1968); Bohr, K. (1967); Krelle, W. (1969); Stöppler, S. (1972) und (1975)). Bei dynamischen Analysen werden mittels sog. Funktionalen Zusammenhänge zwischen Funktionen und Funktionen hergestellt. (Vgl. Haberbeck, H.R. (1968); Stöppler, S. (1975); sowie die Ausführungen auf S. 56).
 - 4) Vgl. Kloock, J. (1969a), S. 23 und S. 65. Auf unterschiedliche Schreibweisen von Produktionsfunktionen wird nicht eingegangen, da es sich hierbei um formale Probleme handelt. Vgl. hierzu Kloock, J. (1969a), S. 22 ff.

1.1.2 Die Produktionstheorie im System betriebswirtschaftlicher Theorien

Über die pragmatische Aufgabenstellung der Produktionstheorie im System der betriebswirtschaftlichen Theorien bestehen in der Literatur unterschiedliche Auffassungen. Dies betrifft zunächst die Beziehung der Produktionstheorie zur Kostentheorie.

Nach Laßmann bildet die Kostentheorie eine Teiltheorie der Produktionstheorie.¹⁾ In der Produktionstheorie wird die Basis gesehen, aus der alle kostentheoretischen Aussagen ableitbar sind. Der Kostentheorie kommt damit innerhalb der betriebswirtschaftlichen Theorien keine Eigenständigkeit zu.

Diese Auffassung von der Stellung der Produktionstheorie zur Kostentheorie erscheint jedoch fragwürdig, da "... nicht nur die Mengenbewegungen des Leistungsbereiches Gegenstand kostentheoretischer Überlegungen sind. Das Wertproblem der Kosten tritt bei dieser Betrachtungsweise zu stark in den Hintergrund."²⁾

Im Gegensatz zu Laßmann betrachten demgemäß Gutenberg, Kilger und Heinen die Produktionstheorie als Grundlage der Kostentheorie.³⁾ Am deutlichsten kommt diese Auffassung bei Heinen zur Geltung. Die Produktionstheorie hat hier die Aufgabe, die "Mengenkomponente" der Kosten zu erfassen. Zusammen mit der Kostenwerttheorie, die die "Wertkomponente" der

1) Vgl. Laßmann, G. (1958), S. 5 f.

2) Heinen, E. (1974), S. 116.

3) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 338 ff.; Kilger, W. (1958a), S. 8, S. 21 ff. und (1958b), S. 553; Heinen, E. (1974), S. 116 ff. Kilger stellt in seinen verbalen Ausführungen ((1958a), S. 8) die Produktions- und Kostentheorie gleichrangig nebeneinander. Seine weitere Vorgehensweise entspricht jedoch einer Unterordnung der Produktionstheorie.

Kosten einer Untersuchung unterzieht, bildet sie die Grundlage der Ableitung kostentheoretischer Aussagen.¹⁾

Die pragmatischen Aufgaben und Zielsetzungen der Produktionstheorie können jedoch auch losgelöst von der Kostentheorie gesehen werden. Die Produktionstheorie kann hierbei zunächst als eigenständige Theorie ohne spezielle Ausrichtung auf einen Verwendungszweck aufgefaßt werden.²⁾ Ihre Aussagen können aber auch so ausgestaltet werden, daß die Produktionstheorie als Grundlage der Preistheorie³⁾, der Investitions- und Kapitaltheorie⁴⁾ sowie insbesondere als Grundlage der Produktionsplanung⁵⁾ Verwendung finden kann. Die Ausrichtung der Produktionstheorie als Grundlage der Kostentheorie spielt hier nur noch insofern eine Rolle, als Kosten z.B. bei der Produktionsplanung eine bedeutende Rolle spielen.

1) Vgl. Heinen, E. (1974), S. 116 ff.

2) Vgl. insbesondere Klock, J. (1969a), S. 11 ff. und (1969b), S. 51; Wittmann, W. (1966), S. 13 ff. und (1968), S. 2 ff.; Kabrede, H.J. (1972), S. 3 ff.

3) Vgl. Krelle, W. (1969).

4) Vgl. Albach, H. (1962b), S. 137 ff.; Heinen, E. (1966a), S. 28 ff. und (1966b), S. 53 ff.; Schneider, D. (1966), S. 337 ff.; Jacob, H. (1964), S. 487 ff. und S. 511 ff.

5) Vgl. zur Produktionsplanung auf der Grundlage der Produktionsfunktion von Typ B: Dano, S. (1960), S. 26 ff.; Albach, H. (1962a) und (1962b); Jacob, H. (1962), S. 305 ff.; Kilger, W. (1966), S. 160 ff.; Meyhak, H. (1970), S. 46 ff. und S. 199 ff.; Bichler, K. (1970); Adam, D. (1974), S. 59 ff. Vgl. zur Produktionsplanung auf der Grundlage der Produktionsfunktion von Typ C: Conradi, J. (1973); Fäßler, K./Reichwald, R. (1971), S. 297 ff.; Steffen, R. (1973), S. 124 ff.; Reichwald, R./Sievi, C. (1975), S. 368 ff. Vgl. zur Produktionsplanung auf der Grundlage der Aktivitätsanalyse: Jobs, H.G. (1969), S. 123 ff.; Stöppler, S. (1975), S. 81 ff. Vgl. zu allgemeinen Analysen der Anwendbarkeit der Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung Schneider, D. (1964) und Jobs, H.G. (1969).

1.1.3 Produktionstheorie und Realitätsausschnitt

Untersuchungsgegenstand und Erkenntnisziel der Produktionstheorie - die mengenmäßigen Input- und Outputbeziehungen im Rahmen der Produktion und deren Gesetzmäßigkeiten - sind durch die vorausgehende Definition (vgl. S. 1 ff.) nur in Umrissen bestimmt. Zwei Fragen bedürfen einer präziseren Beantwortung. Die erste Frage erstreckt sich auf das Problem, welche realen Phänomene als Realgüter zu bezeichnen sind, von welchen Phänomenen also Input- oder Outputmengen zu erfassen sind. Die zweite Frage hängt mit der Suche nach den gesetzesmäßigen Beziehungen zwischen diesen Input- und Outputmengen zusammen: Genügt es, sich in den Aussagen der Produktionstheorie auf diese Mengen als einzige Variable zu beschränken, oder müssen weitere Phänomene, die den Zusammenhang zwischen den Input- und Outputmengen als Variable beeinflussen, in das Aussagensystem der Produktionstheorie aufgenommen werden? Wenn ja, um welche zusätzlichen Phänomene handelt es sich? Erst durch die Beantwortung beider Fragen wird endgültig festgelegt, welche realen Phänomene in der Produktionstheorie zu berücksichtigen sind, welcher Realitätsausschnitt also Objekt der Produktionstheorie ist.

Im folgenden wird zunächst die erste Frage untersucht.

Aus ökonomischer Sicht sind Güter dadurch gekennzeichnet, daß sie begehrt werden und relativ knapp sind.¹⁾ Eine derartige Einteilung in Güter und "Nicht-Güter" ist jedoch "... keineswegs einfach oder eindeutig vorzunehmen, sondern kann nur fallweise unter Berücksichtigung des jeweiligen ökonomischen Betrachtungsstandpunktes gelingen"²⁾. Es ist also zu untersu-

1) Vgl. z.B. Kosiol, E. (1958), S. 12 f.; Paulsen, A. (1968), S. 7 ff.

2) Heinen, E./Picot, A. (1975), S. 288

chen, aus der Sicht welcher Person bzw. Personenmehrheit ein materielles oder immaterielles Objekt begehrt wird und relativ knapp ist. Je nach Stellung einer Person innerhalb einer Unternehmung oder je nach gesamtwirtschaftlicher oder einzelwirtschaftlicher Sicht können sich hierbei verschiedene Resultate ergeben. Die Beantwortung der ersten Frage hängt also eng damit zusammen, für wessen Gestaltungsinteresse die Produktionstheorie die Grundlage bieten soll. Dies ist wiederum nicht von der Frage der pragmatischen Aufgabenstellung der Produktionstheorie im System der betriebswirtschaftlichen Theorien zu trennen.

Wird zunächst die Produktionstheorie als eigenständige Theorie ohne besondere Ausrichtung aufgefaßt, so liegt es im Ermessen des Forschers, welche Phänomene als Güter betrachtet werden sollen und damit Bestandteil einer Produktionstheorie werden. Die Entscheidung hierüber ist dem Bereich der sogenannten "Basiswerturteile" zuzurechnen und bedarf keiner weiteren Rechtfertigung.¹⁾ Die Auswahl kann dabei auch so erfolgen, daß sie mit den üblichen Auffassungen der Gutseigenschaft nicht übereinstimmt (z. B. Beschränkung auf die MengenkompONENTEN des Verzehrs an Luftsauerstoff und des Ausstoßes an Kohlendioxyd).

Wird der Auffassung Heinens folgend die Produktionstheorie als Grundlage der Kostentheorie betrachtet²⁾, so sind in der Produktionstheorie die MengenkompONENTEN sämtlicher Phänomene zu erfassen, denen ein positiver Kostenwert als Ausdruck ihrer Begehrtheit und Knappheit zugeordnet werden kann. Das Problem der Auswahl der zu erfassenden Phänomene wird somit in die Kostenwerttheorie verlagert und bedarf dort einer Antwort. Diese Antwort kann aber keinesfalls eindeutig und allgemeinverbindlich ausfallen,

1) Vgl. Heinen, E./Dietel, B. (1976), S. 428 ff.

2) Die Auffassung Laßmanns wird aus den bereits dargestellten Gründen nicht mehr weiter verfolgt (vgl. S. 4).

da die Ermittlung von Kostenwerten situationsabhängig ist. Es steht also nicht von vornherein fest, ob die Mengenkomponeute eines gewissen Phänomens in der Produktionstheorie zu berücksichtigen ist oder nicht. Zwei Vorgehensweisen sind als Ausweg aus diesem Dilemma denkbar: Die erste Möglichkeit besteht darin, alle materiellen oder immateriellen Objekte, denen möglicherweise in gewissen Situationen ein positiver Kostenwert zugeordnet werden kann, in der Produktionstheorie zu berücksichtigen. Diese Vorgehensweise führt zwar zu einer Produktionstheorie, die in allen denkbaren Fällen als Grundlage der Kostentheorie dienen kann, bedingt aber eine enorme Ausweitung der zu betrachtenden Phänomene (vgl. das Beispiel des Verzehrs an Luftsauerstoff und des Ausstoßes an Kohlendioxyd). Die bisherigen produktionstheoretischen Ansätze haben sich deshalb auf Phänomene beschränkt, denen im "Normalfall", d.h. typischerweise ein positiver Kostenwert zuzuordnen ist. Im Einzelfall kann dann eine Ergänzung vorgenommen werden. Von diesem Standpunkt ausgehend kann ein Katalog von Faktoren und Produkten erstellt werden, die in aller Regel wegen ihres positiven Kostenwertes als Güter zu betrachten sind. Beispiele hierfür sind die Faktorsysteme von Gutenberg, Heinen sowie Schweitzer/Küpper.¹⁾ Das Problem der Bestimmung des Gutscharakters ist jedoch mit dieser zweiten Vorgehensweise noch keineswegs gelöst, wie sich bei der Erfassung des Einsatzes von menschlicher Arbeit²⁾, von Maschinen und Anlagen³⁾ oder

-
- 1) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 2 ff.; Heinen, E. (1974), S. 190 f.; Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 40 f.
 - 2) Zu unterschiedlichen Vorschlägen zu Maßgrößen des Einsatzes menschlicher Arbeit und der hier geführten Diskussion vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 337; Heinen, E. (1974), S. 257 ff.; Kilger, W. (1958a), S. 58 f. und (1961), S. 606 f.; Laßmann, G. (1958), S. 60; Lehmann, G. (1962), S. 123; Schneider, D. (1964), S. 221 ff.; Schneider, E. (1935), S. 24 ff.; Schneider, R. (1964), S. 20 f.; Stigler, G.J. (1952), S. 109; Steffen, R. (1972), S. 808 f.; Steffen, R. (1973), S. 102 ff.; Vorbaum, H. (1967), S. 60; Zierul, H. (1975), S. 131 ff.
 - 3) Zu unterschiedlichen Vorschlägen zu Maßgrößen des Einsatzes von Maschinen und Anlagen und der hier geführten Diskussion vgl. Albach,

bei der Berücksichtigung sozialer Kosten zeigt.¹⁾ Eine fallweise Entscheidung zugunsten gewisser Möglichkeiten der Einsatzmessung sowie der Berücksichtigung bzw. Außerachtlassung gewisser Phänomene ist also auch hier nicht zu umgehen.

Analoge Probleme ergeben sich, wenn die Produktionstheorie als Grundlage der Preistheorie oder der Kapitaltheorie betrachtet wird. Hier müssen die Mengenkomponten derjenigen Phänomene erfaßt werden, die die einzelwirtschaftliche oder gesamtwirtschaftliche Preisfindung bzw. den Kapitalbedarf beeinflussen. Eine endgültige Abgrenzung dieser Phänomene wird wieder nicht gelingen. Entsprechend zu den obigen Überlegungen bestehen wieder die Möglichkeiten, entweder die Mengenkomponten sämtlicher Phänomene in die Produktionstheorie einzubeziehen, die in denkbaren Fällen einen Einfluß auf die Preisfindung bzw. den Kapitalbedarf ausüben können, oder von einem "Normalkatalog" üblicherweise zu erfassender Mengen auszugehen, der fallweise ergänzt werden kann.

Wird die Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung aufgefaßt, so muß sie die Mengenkomponten aller Phänomene erfassen, die in der Produktionsplanung eine Rolle spielen. Es sind dies die Mengenkomponten derjenigen Phänomene, über die im Rahmen der Produktionsplanung entschieden wird oder die die durch Entscheidung bedingte Zielerreichung der an der Produktionsplanung beteiligten Personen betreffen. Auch hier ergeben sich unterschiedlich umfangreiche Kataloge zu berücksichtigender

H. (1962b) S. 187; Carlson, S. (1939), S. 2; Dlugos, G. (1961), S. 20 ff. und S. 40 ff.; Gutenberg, E. (1972), S. 319 ff.; Heinen, E. (1974), S. 250 ff. und S. 279 ff.; Jacob, H. (1957), S. 599 ff. und (1960), S. 463 f.; Laßmann, G. (1958), S. 25 und S. 71 f.; derselbe (1964), S. 98; Luhmer, A. (1975), S. 18 ff.; Schneider, D. (1966), S. 373 ff. und (1961a), S. 700 ff. sowie (1961b), S. 25 ff. und (1964), S. 217 ff.; Steffen, R. (1973), S. 69 ff.; Stigler, G.J. (1952), S. 109; Wittmann, W. (1962), S. 395 ff.

1) Vgl. Heinen, E./Picot, A. (1975).

Variabler, je nachdem, welcher Aufgabenbereich der Produktionsplanung zugeordnet wird¹⁾ und welche Zielsetzungen die an der Produktionsplanung beteiligten Personen verfolgen. Da in der Produktionsplanung Kosten zwar die wesentliche, aber nicht einzige Zielgröße bilden²⁾, dürfte eine als Grundlage der Produktionsplanung dienende Produktionstheorie erheblich mehr Phänomene zu erfassen haben als eine Produktionstheorie, die zunächst nur als Grundlage der Kostentheorie gedacht ist. Eine endgültige Entscheidung über zu berücksichtigende Phänomene kann aber auch bei genauer Definition des Aufgabenbereiches der Produktionsplanung nur fallweise in Abhängigkeit von den empirisch zu ermittelnden Zielsetzungen der an der Produktionsplanung beteiligten Personen getroffen werden. Auch hier erscheint es zugunsten der Praktikabilität der Theorie wieder ratsam, sich auf die Phänomene zu beschränken, die im "Normalfall" der Produktionsplanung eine Rolle spielen und diese fallweise zu ergänzen.

Ehe im nächsten Abschnitt (S. 14 ff.) ein Resumée aus den Überlegungen zur ersten Frage nach der Abgrenzung der zu berücksichtigenden Input- und Outputmengen gezogen wird, soll zunächst die zweite Frage untersucht werden. Diese betraf das Problem, ob die Berücksichtigung der durch die Beantwortung der ersten Frage zu erfassenden Input- und Outputmengen als einzige Variable in einer Produktionstheorie genügt oder ob zusätzliche intervenierende Variable, die die Mengenbeziehungen von Input und Output beeinflussen, in die Produktionstheorie eingehen müssen.

1) Vgl. hierzu die Ausführungen auf S. 34 f.

2) Als weitere produktionswirtschaftliche Ziele und Unterziele können z.B. eine hohe Flexibilität der Produktionsanlagen, die Einhaltung von Fertigungsterminen, eine geringe Durchlaufzeit und hohe Kapazitätsauslastung sowie soziale Zielsetzungen, wie z.B. Sicherheit am Arbeitsplatz, Erleichterung der Arbeitsbedingungen etc. genannt werden. Vgl. hierzu z.B. Laßmann, G. (1975), Sp. 3103 ff.; Reichwald, R. / Sievi, C. (1975), S. 285 f.

Formal läßt sich diese zweite Frage wie folgt darstellen: Es sei $Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_n\}$ die mathematische Menge¹⁾ der Phänomene, deren Mengenkomponte in der Produktionstheorie aufgrund der Beantwortung der ersten Frage zu berücksichtigen ist. Diese Menge Y wird in zwei Teilmengen Y' und Y'' aufgespalten, deren erste die Menge der Phänomene enthält, die als Input in den Produktionsprozeß eingehen und deren zweite den Output des Produktionsprozesses repräsentiert. Es ist dann:

$$Y = Y' \cup Y'' = \{Y_1', Y_2', \dots, Y_n'\} \cup \{Y_1'', Y_2'', \dots, Y_n''\}$$

Eine Produktionstheorie soll nun die gesetzesmäßigen Beziehungen zwischen den Mengenkomponten der Phänomene der mathematischen Inputmenge Y' und der mathematischen Outputmenge Y'' herstellen. Stellen nun die $y_1', y_2', \dots, y_n'$ bzw. $y_1'', y_2'', \dots, y_n''$ die Mengenausprägungen der jeweiligen Phänomene dar, so ist eine Produktionsfunktion F gesucht, so daß

$$(y_1'', y_2'', \dots, y_n'') = F(y_1', y_2', \dots, y_n')$$

diese Gesetzesmäßigkeit widerspiegelt.²⁾ Das Problem ist es nun, ob eine derartige eindeutige Beziehung den Gegebenheiten der Realität entspricht oder ob zusätzliche Phänomene $E_1, \dots, E_m$ mit Ausprägungen $e_1, \dots, e_m$ als Variable den Zusammenhang zwischen den Inputmengen und den Outputmengen beeinflussen. Die Produktionsfunktion muß dann

$$(y_1'', y_2'', \dots, y_n'') = F(y_1', y_2', \dots, y_n', e_1, \dots, e_n)$$

lauten.

-
- 1) Der Begriff der Menge wird in der vorliegenden Arbeit in zwei unterschiedlichen Bedeutungen verwendet. Er betrifft einmal mathematische Mengen als "Zusammenfassung von wohlbestimmten und wohlunterschiedenen Dingen zu einem Ganzen" (Georg Cantor). Zum anderen wird der Begriff der Menge im Sinn der "Mengenkomponte eines Phänomens" in der Bedeutung der Anzahl gewisser Maßgrößen verstanden (z.B. Stückzahlen, Energieeinheiten). Sofern hierbei Verwechslungen auftreten können, wird die mathematische Menge durch das Attribut "mathematisch" im Text ausgewiesen.
 - 2) Die verwendete Schreibweise entspricht einer inputorientierten Produktionsfunktion (vgl. S. 3); die Darstellung einer outputorientierten Produktionsfunktion kann analog erfolgen.

Eine Entscheidung hierüber sowie die explizite Angabe eventueller zusätzlicher Phänomene $E_1, \dots, E_m$ kann nur aufgrund empirischer Überlegungen erfolgen. Die Entwicklungsgeschichte der Produktionstheorie zeigt, daß die alleinige Berücksichtigung der Input- und Outputmengen in der Produktionstheorie als den realen Gegebenheiten nicht entsprechend und damit unzureichend empfunden wird.¹⁾ In zunehmendem Maße werden zusätzliche Phänomene, die das Verhältnis der Input- und Outputmengen beeinflussen, in die Produktionstheorie aufgenommen.²⁾ Eine Vernachlässigung dieser Phänomene im Aussagensystem der Produktionstheorie führt entweder zu Aussagen, die nur innerhalb gewisser Fehlergrenzen zutreffend sind³⁾, oder

-
- 1) Als charakteristisch für diese Meinung kann Gutenberg angeführt werden: "Die Schwierigkeiten, in die beispielsweise die Kostentheorie gerät, wenn sie die Kosten unmittelbar als Funktion der Produktmenge (des Beschäftigungsgrades) annimmt, sind vor allem darauf zurückzuführen, daß sie es unterläßt, die Maschinen, Arbeitsplätze und betrieblichen Teileinheiten in den Zusammenhang zwischen Verbrauchsmengen (Kostengütermengen) und Produktmengen einzuschalten. Denn die Verbrauchsmengen sind nicht unmittelbar, sondern mittelbar von der Ausbringung abhängig, und zwar über die "zwischenengeschalteten" Produktionsstätten (Betriebsmittel, Arbeitsplätze, Anlageteile). In ihnen werden die Beziehungen zwischen Produktmengen und Verbrauchsmengen wie in einem Prisma gebrochen." (Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 327 f.).
 - 2) Die Produktionsfunktion vom Typ A beschränkt sich als ältestes produktionstheoretisches Aussagensystem auf die Input- und Outputmengen als einzige Variable. Im System Gutenbergs (Produktionsfunktion vom Typ B) wird die sogenannte z-Situation und die technisch-physikalische Leistung der am Kombinationsprozeß beteiligten Aggregate als zusätzliche, zwischenengeschaltete Variable in die Produktionsfunktion einbezogen. Heinen berücksichtigt in der Produktionsfunktion vom Typ C eine Reihe weiterer Variabler (Outputniveau, Losgröße, Verhältnis der Einsatzstoffe, Wiederholungszahl, Zeitphänomene). Jüngere Ansätze versuchen zusätzliche Variable zu erfassen (vgl. z.B. Stein, C. (1965), und Conradi, J. (1973) (Zeitphänomene); Haberbeck, H. R. (1967) und (1968) (technische Einflußgrößen); Steffen, R. (1973) (Beeinflussungsgrößen menschlicher Arbeit und Instandhaltungsvariable); Zierul, H. (1974) (Beeinflussungsgrößen menschlicher Arbeit und Zeitphänomene); Luhmer, A. (1975) (Instandhaltungsvariable und Zeitphänomene)).
 - 3) Wird ein Phänomen E_i (ohne Einschränkung der Allgemeinheit: $i = m$) im Aussagenszusammenhang der Produktionstheorie vernachlässigt,

es müssen Prämissen über die Konstanz der zusätzlichen Phänomene in das Theoriegebäude aufgenommen werden. Letzteres führt aber zu einer Einschränkung des Anwendungsbereiches der jeweiligen Theorie und im Extremfall zu deren Immunisierung.¹⁾

Die entscheidungsorientierte Betriebswirtschaftslehre²⁾ betrachtet Unternehmungen als Organisationen.³⁾ Als solche unterscheiden sie sich von anderen Sozialsystemen durch ihre Zielgerichtetheit, ihre Tendenz zur Selbsterhaltung und ihre relativ dauerhaften Beziehungen zwischen den Organisationsteilnehmern.⁴⁾ Wesentliche Kennzeichen von Organisationen sind Arbeitsteilung, Kommunikationsstruktur und Machtbeziehungen.⁵⁾ Da sich

so beträgt der maximale absolute Fehler d:

$$d = \sup_{y_1, \dots, y_n} \sup_{\tilde{e}_m, \tilde{e}_m} \left| F(y_1, \dots, y_n, e_1, \dots, e_{m-1}, \tilde{e}_m) - \right. \\ \left. e_1, \dots, e_{m-1} \quad F(y_1, \dots, y_n, e_1, \dots, e_{m-1}, \tilde{e}_m) \right|$$

Falls dieser Fehler als hinreichend klein empfunden wird (z.B. Witterungseinfluß im Maschinenbau), kann die zugehörige Größe aus dem Aussagenzusammenhang eliminiert werden. Eine Entscheidung über die zu berücksichtigenden zusätzlichen Variablen ist also zugleich stets eine Entscheidung über akzeptierbare Fehlergrenzen.

- 1) Vgl. die Kritik Alberts am "Modellplatonismus" in den Wirtschaftswissenschaften (Albert, H. (1967), S. 331 ff.).
- 2) Vgl. Heinen, E. (1969a), S. 207 ff.; Heinen, E. (1971a), S. 429 ff.; Heinen, E. (1971b); Heinen, E. (1974a), S. 49 ff.; Heinen E. (1975b); Heinen, E. (1976); Heinen, E./Dietel, B. (1976); Bidlingmaier, J. (1968); Kirsch, W. (1972); Gäfgen, G. (1963); Raffée, H. (1974), S. 94 ff.; Rühli, E. (1973).
- 3) Vgl. Heinen, E. (1969a), S. 216 ff.; Heinen, E. (1971a), S. 432; Heinen, E. (1971b), S. 187 ff.; Heinen, E. (1974a), S. 46 ff.; Heinen, E. (1975b), S. 36; Heinen, E. (1975c); Dienstbach, H. (1972), S. 25 ff.; Kirsch, W. (1972), S. 166 ff.; Kirsch, W./Meffert, H. (1970).
- 4) Vgl. Chmelik, G./Kappler, E. (1975), S. 160 f. Ähnlich Kirsch, W./Bamberger, I./Gabele, E./Klein, H.K. (1973), S. 56 f.
- 5) Vgl. Heinen, E. (1969a), S. 217; Heinen, E. (1971a), S. 434; Heinen, E. (1974a), S. 50 ff.; vgl. ähnlich Chmelik, G./Kappler, E. (1975), S. 181 ff.

der Kombinationsprozeß als Objekt der Produktionstheorie in Organisationen abspielt, ist zu erwarten, daß die in der Produktionstheorie zu erfassenden Mengenbeziehungen wesentlich von organisationalen Phänomenen geprägt werden. Dies führt zu der Forderung, auch organisationale Phänomene in der Produktionstheorie zu berücksichtigen.

1.1.4 Zusammenfassung und Problemstellung der Arbeit

Die vorausgehenden Untersuchungen haben gezeigt, daß der Realitätsausschnitt, der das Objekt der Produktionstheorie bildet, keinesfalls generell festgelegt werden kann. Er hängt zunächst davon ab, welche Aufgabe der Produktionstheorie im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Theorien zugeordnet wird. Aber auch dann, wenn dies eindeutig bestimmt ist, läßt sich der Katalog von Phänomenen, deren Mengenkomponenten in der Produktionstheorie zu berücksichtigen sind, noch nicht allgemein umreißen. Teilweise sind hier willkürliche Basisentscheidungen zulässig (Produktionstheorie als eigenständige Theorie), teilweise bedarf es empirischer Untersuchungen (Produktionstheorie als Grundlage der Kostentheorie und der Produktionsplanung). Zum anderen steht nicht endgültig fest, welche zusätzlichen Phänomene, die das Verhältnis der Input- und Outputmengen beeinflussen, in die Produktionstheorie aufzunehmen sind. Auch hier sind Basisentscheidungen über zulässige Fehlerquoten als auch empirische Untersuchungen unumgänglich.

Die vorliegende Arbeit versteht sich in keiner Weise als empirische Untersuchung. Damit ist es ausgeschlossen, bei einer gewissen Basisentscheidung über die pragmatische Aufgabenstellung der Produktionstheorie die zu erfassenden Phänomene empirisch inhaltlich im einzelnen zu bestimmen. Daher wird in der Folge mit einem unbestimmten Katalog von Phänomenen gearbeitet, der zunächst ohne spezielle Interpretation bleibt. In das zu ent-

wickelnde Aussagensystem der Produktionstheorie werden nur allgemeine Größen aufgenommen, die im Einzelfall einer speziellen Interpretation durch konkrete Phänomene zugeführt werden können. Die derart entwickelte Produktionstheorie kann also durch spezielle (empirische) Interpretation prinzipiell jede der genannten Aufgabenstellungen im Theoriegebäude der Betriebswirtschaftslehre wahrnehmen. Dies wird in einem späteren Abschnitt (S. 115 ff.) am Beispiel der Produktionsplanung in einem konkreten Modellfall demonstriert.

Obwohl der Katalog zu berücksichtigender Phänomene also prinzipiell unbestimmt bleibt, soll er in einem Punkt konkretisiert werden. Dieser Punkt betrifft die Einflüsse, die von organisationalen Phänomenen auf das Verhältnis der Input- und Outputmengen ausgehen. Hier liegt der eigentliche Schwerpunkt der Untersuchung. Ausgehend von der im folgenden zu prüfenden These, daß sich die betriebswirtschaftliche Produktionstheorie nur unzulänglich mit organisationalen Einflüssen auf das Verhältnis von Input und Output beschäftigt,¹⁾ wird ein Vorschlag zur Einbeziehung hierarchischer Organisationsstrukturen in produktionstheoretischen Aussagesystemen entwickelt. Dabei sollen im einzelnen die organisationalen Phänomene der sachlichen Arbeitsteilung, des dezentralen und sukzessiven Entscheidungsprozesses, des multivariablen Zielsystemes und der beschränkten Rationalität der Organisationsmitglieder berücksichtigt werden. Dadurch soll auch eine bisher fehlende Verbindung zwischen der allgemeinen Betriebswirtschaftslehre, in der organisationale Probleme zunehmend Aufmerksamkeit auf sich ziehen, und der Produktionstheorie aufgezeigt werden. Die Berechtigung dieser Aufgabenstellung wird besonders deutlich, wenn die Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung betrachtet wird. Produktionsplanung vollzieht sich wie die Produktion selbst in Organisationen, so daß eine entsprechende Theorie organisationale Phänomene keinesfalls ausklammern darf.

1) Zu Ausnahmen vgl. die Ausführungen auf S. 25, Fn. 4 und S. 40, Fn. 1.

1.2 Zur Erfassung organisationaler Phänomene in den bestehenden Produktionstheorien - eine Bestandsaufnahme

Eine Überprüfung der bestehenden produktionstheoretischen Ansätze hinsichtlich der Berücksichtigung organisationaler Phänomene darf nicht von einem falschen Anspruch ausgehen. Sollten organisationale Phänomene nur unzureichend in das Aussagensystem der jeweiligen Theorien einbezogen sein, können diese Theorien noch keineswegs als inadäquat verworfen werden. Dies hieße, die aus dem Entwicklungsstand der Produktionstheorie bedingten Absichten der jeweiligen Forscher zu negieren. Naturgemäß ging es zunächst um die Bewältigung elementarer Probleme, ehe weitere Fragestellungen angegangen werden konnten. Dennoch erscheint die Untersuchung bestehender produktionstheoretischer Ansätze hinsichtlich der Verarbeitung organisationaler Phänomene sinnvoll. Wenn auch die Berücksichtigung dieser Phänomene nicht die Hauptabsicht bei der Entwicklung der jeweiligen Produktionstheorien war, so ist doch zu prüfen, von welchen Voraussetzungen bzw. Annahmen bezüglich organisationaler Phänomene die bestehenden Produktionstheorien ausgehen und welche Hilfestellungen dadurch für die Bearbeitung der vorliegenden Problemstellung gewonnen werden können.

1.2.1 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ A (Ertragsgesetz)

Das Ertragsgesetz stellt das älteste produktionstheoretische Aussagensystem dar. Es wurde erstmals von Jacques Turgot¹⁾ als Gesetz der landwirtschaftlichen Erzeugung formuliert und in differenzierter Form auf Probleme der industriellen Fertigung übertragen.²⁾ In der Fassung von Gutenberg lautet

1) Vgl. Turgot, A.R.J. (1844), S. 418 ff.

2) Zur "Geschichte" des Ertragsgesetzes vgl. Dlugos, G. (1961), S. 13 ff.; Waffenschmidt, W. (1955), S. 17-27, insbes. S. 21 ff.; Wittmann, W. (1962), S. 385 ff.

es wie folgt: "Wenn man die Einsatzmenge eines Faktors (einer Faktorgruppe) bei Konstanz der Einsatzmenge eines anderen Faktors (einer anderen Faktorgruppe) sukzessive vermehrt, dann ergeben sich zunächst steigende, dann abnehmende Ertragszuwächse. Nach Erreichen einer bestimmten Faktoreinsatzmenge werden die Ertragszuwächse negativ."¹⁾

Das Ertragsgesetz postuliert demnach einen funktionalen Zusammenhang zwischen Faktorinput und Faktorertrag, der die beschriebene Eigenschaft besitzt. In mathematischer Darstellung kann es wie folgt gefaßt werden:

$x = f(r_1, r_2, \dots, r_n)$ mit:

$$\frac{\partial f(r_1, r_2, \dots, r_j, \dots, r_n)}{\partial r_j} = \begin{cases} \text{positiv und monoton wachsend} \\ \text{in } r_j \text{ für } 0 \leq r_j < r_j^I \\ \text{positiv und monoton fallend} \\ \text{in } r_j \text{ für } r_j^I \leq r_j < r_j^N \\ \text{negativ und monoton fallend} \\ \text{in } r_j \text{ für } r_j^N \leq r_j \end{cases}$$

(für $j = 1, \dots, n$)

(x = Faktorertrag; r_i = Faktoreinsatzmenge des Faktors i für $i = 1, \dots, n$).

Die Aussage der Produktionsfunktion vom Typ A nimmt demgemäß nicht auf organisationale Phänomene Bezug. Dies kann historisch damit erklärt werden, daß in der landwirtschaftlichen Erzeugung als dem ursprünglichen Anwendungsbereich des Ertragsgesetzes der Produktionsvorgang nahezu allein durch naturgesetzliche Zusammenhänge bestimmt wird. Die Einflüsse beispielsweise der Arbeitsteilung bei der Bearbeitung eines Feldes können als so gering erachtet werden, daß der Fehler infolge deren Nichtberücksichtigung hinreichend klein bleibt.²⁾

1) Gutenberg, E. (1972), S. 308.

2) Vgl. die Ausführungen auf S. 12 f.

Die Situation verändert sich jedoch, wenn die ertragsgesetzliche Aussage auf den Industriebetrieb übertragen wird. Abgesehen von der generellen Problematik dieser Übertragung¹⁾ erweist es sich hier als notwendig, durch eine Hypothese hinsichtlich des Verhaltens der am Produktionsprozeß beteiligten Organisationsmitglieder den Geltungsbereich des Ertragsgesetzes einzuschränken. Die Organisationsmitglieder entscheiden nämlich über zusätzliche, im Ertragsgesetz nicht explizit genannte Variable,²⁾ die die Input-Outputbeziehungen beeinflussen. Diese Entscheidung erfolgt gemäß der Hypothese des Ertragsgesetzes derart, daß aus der Menge möglicher Relationen zwischen einem Bündel an Faktoreinsatzmengen und dem Output diejenigen Relationen ausgewählt werden, die jeder Faktoreinsatzmengenkombination den jeweils maximal zu produzierenden Output zuordnen.³⁾

Bei einer Übertragung der Aussagen des Ertragsgesetzes auf den Industriebetrieb wird also vom Rationalprinzip der möglichst sparsamen Mittelverwendung durch die am Produktionsprozeß beteiligten Unternehmensmitglieder ausgegangen.⁴⁾ Organisationale Phänomene werden folglich im Ertragsgesetz als Gesetz der industriellen Produktion auf die Prämisse einer nach dem Rationalprinzip arbeitenden Produktionsorganisation beschränkt.⁵⁾

-
- 1) Zur Diskussion um die empirische Relevanz des Ertragsgesetzes im Industriebetrieb vgl. unter anderen:
Dlugos, G. (1961); Gutenberg, E. (1956), S. 429 ff.; Gutenberg, E. (1972), S. 318 ff.; Heinen, E. (1974), S. 184 ff.; Herrmann, K. (1958), S. 485 ff.; Jacob, H. (1957), S. 598 ff.; Jacob, H. (1960), S. 455 ff.; Koch, H. (1950), S. 309 ff.; Kühn, U. (1956), S. 389 ff.; Laßmann, G. (1964), S. 94 ff.; Weddigen, W. (1960), S. 1 ff.; Wittmann, W. (1962), S. 385 ff.
- 2) Vgl. die Ausführungen auf S. 11 f.
- 3) Vgl. Kloock, J. (1969a) S. 16.
- 4) Vgl. Reichwald, R. (1973), S. 49 ff.
- 5) Vgl. auch Schweitzer, M. (1969), S. 25 f.

1.2.2 Organisationale Phänomene und Aktivitätsanalyse

Die Beschränkung des Ertragsgesetzes auf den Einproduktbetrieb und die Zweifel an seiner Wirklichkeitsnähe¹⁾ verstärkten die wissenschaftliche Suche nach alternativen produktionstheoretischen Konzepten. Die Bemühungen konzentrierten sich dabei auf die Antithese zum Ertragsgesetz: Element des neuen Ansatzes ist die durch ein festes Verhältnis zwischen Input und Output gekennzeichnete Aktivität (gleichbedeutend mit Prozeß).²⁾ Untersuchungsgegenstand der entsprechenden Analyse (Aktivitätsanalyse) ist die Menge der in einer Unternehmung möglichen Aktivitäten.³⁾ Die Entwicklung ging dabei Hand in Hand mit der Verbesserung der mathematischen Methoden und der Entwicklung des für eine praktische Planung notwendigen Hilfsmittels der elektronischen Datenverarbeitungsanlagen.⁴⁾ Gleichzeitig wurde versucht, den mathematischen (analytischen) Teil der Theorie, der in der logischen Transformation von Grundannahmen besteht, von der empirischen Interpretation und Überprüfung der Theorie zu trennen.⁵⁾

-
- 1) Auf die Einwände gegen das Ertragsgesetz muß hier nicht eingegangen werden. Vgl. hierzu die in Fußnote 1) S. 18 angegebene Literatur.
 - 2) Wittmann definiert eine Aktivität als "produktionswirtschaftliche Grundeinheit, die eine feste quantitative und qualitative Verknüpfung zwischen dem Einsatz von Produktionsfaktoren und den bei diesem Einsatz entstehenden Produktmengen zum Ausdruck bringt." (Wittmann, W. (1960), S. 3). Vgl. zur Definition der Aktivität auch Bohr, K. (1967), S. 26; Baumol, W.J. (1963), S. 274; Beckmann, M.J. (1955), S. 35 und (1960), S. 42; Jobs (1969), S. 125 ff.
 - 3) Vgl. z.B. Wittmann, W. (1968), S. 2.
 - 4) Zur geschichtlichen Entwicklung der Aktivitätsanalyse vgl. z.B. Bohr, K. (1967), S. 1 ff.; Wittmann, W. (1960), S. 1 ff.
 - 5) Vgl. Wittmann, W. (1960), S. 13 ff. und die dort angeführte Literatur.

Die Entwicklung gipfelte in einer vor allem von Wittmann entwickelten axiomatischen Produktionstheorie.¹⁾ Diese Theorie sieht zunächst von einem der Aktivitätsanalyse entsprechenden speziellen Zuschnitt ihrer Grundannahmen ab und ist damit auch für andere "spezielle Produktionstheorien" offen. Erst durch zusätzliche Annahmen und eine bestimmte Interpretation ihrer formalen Aussagen ergibt sich die Aktivitätsanalyse selbst.²⁾

Eine Überprüfung der Berücksichtigung organisationaler Phänomene in der Aktivitätsanalyse kann somit - da diese durch spezielle Interpretation aus der axiomatischen Produktionstheorie Wittmanns hervorgeht - anhand jener erfolgen. Da Wittmann gemäß seiner axiomatischen Vorgehensweise sämtliche Annahmen seiner Theorie als Axiome ausweist, können die organisationalen Phänomene betreffenden Annahmen leicht aufgefunden werden. Das entsprechende Axiom lautet: "Mit jeder Unternehmung ist eine Menge T von möglichen Produktionen (Produktionsalternativen) verbunden. Der Unternehmer besitzt hinsichtlich T vollkommene Information; d. h. es ist nicht denkbar, daß jemand eine dem Unternehmer zugängliche Produktionsalternative findet, die jener nicht kennt."³⁾

Durch die angeführte Prämisse wird eine arbeitsteilige Organisation, in der sich der Produktionsprozeß vollzieht, auf einen vollkommen informierten Unternehmer reduziert. Organisationale Phänomene sind damit aus der Untersuchung ausgeschlossen.

Eine Weiterentwicklung der Aktivitätsanalyse und axiomatischen Produktions-

1) Vgl. Wittmann, W. (1960), S. 13 ff. und (1968).

2) Zur Aktivitätsanalyse vgl. unter anderen: Beckmann, M. (1953) und (1955); Bohr, K. (1967); Carlson, S. (1956); Dorfman, R. (1953); Dorfman, R./Samuelson, P.A./Solow, R.M. (1958); Jobs, H.G. (1969), S. 123 ff.; Koopmans, T.C. (1951); Krelle, W. (1969), S. 162 ff.; Wittmann, W. (1960) und (1968); vgl. auch v. Stackelberg, H. (1932).

3) Wittmann, W. (1968), S. 2, Axiom A.I. 4; vgl. derselbe (1960), S. 16.

theorie unter einer dynamischen Betrachtungsweise wurde von Stöppler vorgenommen.¹⁾ Da Stöppler jedoch das Axiom der Ein-Mann-Unternehmung mit vollkommener Information beibehält²⁾, liegt hier keine Veränderung in der Berücksichtigung organisationaler Phänomene vor.

1.2.3 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ B

Etwa gleichzeitig mit der Entwicklung der Aktivitätsanalyse wurde von Gutenberg mit der Produktionsfunktion vom Typ B ein weiteres Gegenkonzept zum Ertragsgesetz vorgelegt.³⁾ Sein Ansatz - der sich in wesentlichen Zügen auch von der Aktivitätsanalyse unterscheidet - wird im folgenden nur hinsichtlich der organisationalen Phänomene betreffenden Aussagen dargestellt.

Grundlage der Überlegungen Gutenbergs ist ein System betrieblicher Elementarfaktoren. Als solche gelten menschliche Arbeitsleistungen, Betriebsmittel und Werkstoffe. Dabei ist der Elementarfaktor "menschliche Arbeitsleistungen" in zwei grundsätzlich voneinander verschiedene Arbeitsleistungen aufzugliedern, und zwar in die objektbezogenen und in die dispositiven Arbeitsleistungen.⁴⁾ Objektbezogen sind alle Tätigkeiten, die unmittelbar mit der Leistungserstellung, der Leistungsverwertung und mit finanziellen Aufgaben in Zusammenhang stehen, ohne anordnender Natur zu sein. Dispositive Arbeitsleistung liegt bei Tätigkeiten vor, die die Leitung und Lenkung der betrieblichen Vorgänge betreffen.⁵⁾ Sie umfaßt insbesondere die Produktionsplanung.⁶⁾

1) Vgl. Stöppler, S. (1975).

2) Vgl. Stöppler, S. (1975), S. 30.

3) Vgl. Gutenberg, E. (1951).

4) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 3.

5) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 3.

6) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 7.

Diejenigen Instanzen, die dispositive Arbeitsleistungen vollbringen, bezeichnet Gutenberg als "Geschäfts- oder Betriebsleitung".¹⁾ "Mit diesem Faktor wird versucht, jenes Zentrum betrieblicher Aktivitäten zu treffen, das planend und gestaltend das gesamtbetriebliche Geschehen steuert."²⁾

Die Betriebs- oder Geschäftsleitung kann aber auch einen Teil ihres Weisungsrechts an andere Abteilungen und Personen delegieren.³⁾ Der derart aufgebaute Lenkungsapparat wird als "Betriebsorganisation" bezeichnet. "Sie stellt gewissermaßen den verlängerten Arm der Geschäfts- und Betriebsleitung dar."⁴⁾

Im System Gutenbergs wird also die menschliche Arbeit in zwei unterschiedliche Kategorien aufgespalten, die zudem auch personell getrennt werden. Diese Trennung in eine Personengruppe, die dispositive Funktionen ausübt, und eine andere, die dem Willen dieser Gruppe folgt, läßt die Problematik des Gutenbergschen Faktorsystems erkennen. Der Ansatz Gutenbergs kann somit kaum als der Versuch gewertet werden, die Struktur der Unternehmung als Sozialgebilde zu charakterisieren.⁵⁾ Obwohl also Gutenberg auf organisationale Phänomene Bezug nimmt, bleiben schon im Ansatz seiner Überlegungen eben diese ausgeschlossen.

In der Folge gliedert Gutenberg die dispositive Arbeit als vierten Faktor

1) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 6.

2) Gutenberg, E. (1972), S. 6.

3) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 7.

4) Gutenberg, E. (1972), S. 8.

5) Vgl. Köhler, R. (1966), S. 149. Vgl. auch Heinen, E. (1974), S. 46 ff.; der den Ansatz Gutenbergs als einen Versuch unter dem Blickwinkel: "die Unternehmung hat eine Organisation" charakterisiert. Der hier vertretene Ansatz der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre läßt sich hingegen mit: "die Unternehmung ist eine Organisation" umschreiben.

aus dem System der produktiven Faktoren aus. In der Produktionstheorie werden nur die drei Faktoren "objektbezogene Arbeitsleistungen", "Arbeits- und Betriebsmittel" und "Werkstoffe" erfaßt.¹⁾ "Nicht die Frage, in welchem Umfang es den für die Betriebe verantwortlichen Personen gelingt, das Kombinationsproblem zu lösen, sondern die Frage, welche Vorgänge überhaupt den Kombinationsprozeß charakterisieren, ist es, die hier interessiert."²⁾ Die bereits durch das Faktorsystem bedingte Vernachlässigung organisationaler Phänomene wird also in der eigentlichen Produktionstheorie Gutenbergs fortgesetzt. Die Produktionstheorie bleibt auf technische Phänomene beschränkt. Eine Berücksichtigung organisationaler Phänomene findet auch hier eindeutig nicht statt.

Die Produktionstheorie Gutenbergs wurde in mehrfacher Hinsicht erweitert. Insbesondere ist hier die Arbeit Kilgers zu nennen.³⁾ Da diese Verfeinerungen aber das Grundkonzept Gutenbergs der personenbezogenen Trennung von objektbezogener und dispositiver Arbeit beinhalten und nur die objektbezogene Arbeit in der Produktionstheorie berücksichtigen, bleiben auch hier organisationale Phänomene ausgeklammert.

1) Vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 298 ff.

2) Gutenberg, E. (1972), S. 299.

3) Vgl. Kilger, W. (1958a) und (1961). Die Ausführungen Kilgers zur Nichtberücksichtigung dispositiver Arbeit in der Produktionstheorie werden noch einer speziellen Analyse unterzogen (vgl. S. 27 ff.) Als weitere Fortentwicklungen der Produktionstheorie Gutenbergs vgl. Haberbeck, H. R. (1967) und (1968) sowie Luhmer, A. (1975).

1.2.4 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ C

Die Kenntnis um verschiedene Schwächen der Produktionsfunktion Gutenbergs¹⁾ führte zur Entwicklung der Produktionsfunktion vom Typ C durch Heinen.²⁾ Es werden wieder die organisationale Phänomene betreffenden Aussagen dieser Produktionstheorie untersucht.

Heinen übernimmt in seinem Faktorsystem nicht explizit die Trennung von dispositiver und objektbezogener Arbeit.³⁾ Auch wird anders als bei Gutenberg nicht die Arbeitsleistung, sondern der Arbeiter selbst als Produktionsfaktor aufgefaßt.⁴⁾ Dennoch wird auch in der Produktionstheorie Heinens der Mensch rein formal als arteigener Potentialfaktor betrachtet. "Produktionstheoretische Modelle haben nicht die Aufgabe, psychologische, physiologische, ethische, moralische, politische oder ähnliche Aspekte auszuwerten, die sich mit der Teilnahme des Menschen an der Produktion verbinden. Aus der Beschränkung ihrer Aufgabenstellung bezieht sie die Berechtigung, den Menschen rein formal zu betrachten."⁵⁾ "Gerade diese Feststellung enthält auch bereits die Beschränkung der Perspektive, unter

-
- 1) Eine über die vorausgehende, organisatorische Phänomene betreffende Analyse hinausgehende Einzelkritik der Produktionsfunktion vom Typ B muß hier nicht durchgeführt werden. Vgl. hierzu z.B. Heinen, E. (1974), S. 216 ff.; Jobs, H.G. (1969), S. 92 ff.; Lücke, W. (1969), S. 139 ff.; Schweitzer, M./Küpper, H.U. (1974), S. 108 ff.
 - 2) Vgl. Heinen, E. (1965).
 - 3) Vgl. Heinen, E. (1974), S. 223.
 - 4) Vgl. Heinen, E. (1974), S. 223.
 - 5) Heinen, E. (1974), S. 255. Heinen warnt davor, diese Betrachtungsweise falsch zu verstehen. Sie bedeutet keineswegs eine Aussage über die tatsächliche Stellung der Arbeiter im Produktionsprozeß und darf nicht dazu führen, daß das Verhalten des Menschen analog zum "Verhalten" des Betriebsmittels gedeutet wird (vgl. Heinen, E. (1974), S. 255).

der allein die Produktionstheorie den Menschen betrachten kann. Die Produktionstheorie unterstellt ganz allgemein und implizit, daß die Bedingungen erfüllt sind, unter denen der Mensch bereit ist, die von ihm erwarteten bzw. geforderten Leistungen zu erbringen."¹⁾

Die Produktionstheorie beinhaltet somit keinerlei Aussagen darüber, wie am Kombinationsprozeß beteiligte Menschen eventuell bestehende "Freiheitsgrade" nutzen. Sie beschreibt also nur die Alternativen, zwischen denen entschieden werden kann, nicht aber die Lösung der hieraus resultierenden Wahlsituation.²⁾ Damit werden aber gerade die Gestaltungsparameter des dispositiven Faktors im Sinne Gutenbergs aus der Analyse ausgeklammert. Dies "... bedeutet aber für den produktionstheoretischen Erklärungszusammenhang, daß über das Leistungsverhalten der menschlichen Arbeit gleiche Annahmen gemacht werden wie im produktionstheoretischen Aussagensystem Gutenbergs."³⁾ Auch bei Heinen werden folglich organisationale Phänomene nicht in das Aussagensystem der Produktionstheorie aufgenommen.⁴⁾

Die Produktionstheorie Heinens wurde in mehrfacher Hinsicht ergänzt und erweitert.⁵⁾ Sofern diese Erweiterungen überhaupt den Menschen als Produktionsfaktor betreffen⁶⁾, bleibt dennoch der Grundgedanke Heinens erhalten.

1) Heinen, E. (1974), S. 256.

2) Vgl. Heinen, E. (1974), S. 288, Fußnote 183.

3) Reichwald, R. (1973), S. 128.

4) Im Bereich der Kostentheorie hingegen versucht Heinen, dezentrale und sukzessive Entscheidungsprozesse bei multivariablen Zielsystemen und beschränkter Rationalität der Organisationsmitglieder im Aussagensystem der Kostentheorie zu berücksichtigen (vgl. Heinen, E. (1974), S. 474 ff.). Vgl. zu diesem Ansatz S. 40, Fn. 1

5) Vgl. insbesondere Conradi, J. (1973); Stein, C. (1965); Steffen, R. (1973); Zierul, H. (1974).

6) Vgl. Steffen, R. (1973); Zierul, H. (1974).

Es werden zwar psychologische und vor allem physiologische Phänomene (z.B. tageszeitbedingtes Leistungsverhalten, Lerneffekte) in die Produktionstheorie integriert, doch gehen diese Ansätze nicht über eine im weiteren Sinn technisch-formale Betrachtung hinaus. Der Mensch bleibt nach wie vor Faktor, dessen Funktionsweise durch Einbeziehung psychologischer und physiologischer Komponenten besser verstanden werden soll.¹⁾ Eine aktive Rolle kommt dem einzelnen Organisationsmitglied auch bei Einbeziehung ethischer, moralischer und weiterer Phänomene nicht zu, solange ihm kein Freiheitsraum zugewilligt wird, den das Organisationsmitglied eigenständig ausfüllen kann. Damit kann festgestellt werden, daß auch die Weiterentwicklungen der Produktionstheorie Heinen's organisationale Phänomene nicht berücksichtigen.

1.2.5 Organisationale Phänomene und Produktionsfunktion vom Typ D

Mit der Produktionsfunktion vom Typ D nach Kloock²⁾ liegt der Versuch einer auf der Grundlage der Input-Output-Analyse basierenden, die bisherigen Produktionstheorien umfassende Produktionstheorie vor.

Die Frage nach der Erfassung organisationaler Phänomene läßt sich leicht beantworten. Kloock bezieht sich nämlich bei der Erfassung menschlicher Arbeit explizit auf den Ansatz Heinen's³⁾, so daß in dieser Hinsicht keine

1) Vgl. z.B. Kilger, W. (1961), S. 598 ff., der hervorhebt, daß ohne die Einbeziehung dieser und weiterer Faktoren der Kombinationsprozeß aufgrund einer Fehleinschätzung der menschlichen Arbeit nicht optimal gestaltet werden kann. Vgl. auch Hax, K. (1961), S. 18; sowie Nell-Breuning, O. v. (1950), S. 258 f., der darauf hinweist, daß die betriebliche Erfahrung die Betriebswirtschaftslehre zu besonderer Berücksichtigung des Menschen zwingt.

2) Vgl. Kloock, J. (1969a), und (1969b).

3) Vgl. Kloock, J. (1969a), S. 121 f.

Erweiterung der Gedanken Heinens vorliegt. Auch hier werden also organisationale Phänomene nicht berücksichtigt.

1.3 Zur These Kilgers der Notwendigkeit der Vernachlässigung organisationaler Phänomene in der Produktionstheorie

Ergebnis der vorausgegangenen Untersuchung ist, daß organisationale Phänomene in den bisherigen produktionstheoretischen Ansätzen nicht berücksichtigt werden. Kilger vertritt nun in Übereinstimmung mit diesem Resultat die These, die den Ausschluß organisationaler Phänomene bedingende Trennung zwischen dispositiver und objektbezogener Arbeit in der Produktionstheorie Gutenbergs sei eine methodische Notwendigkeit, ohne die eine Produktionsfunktion nicht aufgestellt werden könne.¹⁾ Da diese These Kilgers prinzipielle Bedeutung für die Möglichkeit der Berücksichtigung organisationaler Phänomene in Produktionstheorien besitzt, wird sie im folgenden diskutiert.

Kilger differenziert in seinen Ausführungen zunächst die Trennung von objektbezogener und dispositiver Arbeit. Er unterscheidet innerhalb der dispositiven Arbeit originäre und delegierte (derivative) Arbeit.²⁾ Nur die Geschäftsleitung selbst leistet originäre dispositive Arbeit; alle übrigen Stellen der Betriebsorganisation führen innerhalb des ihnen zugewiesenen Spielraumes derivative dispositive Arbeit aus. Ferner werden dispositionsvorbereitende Tätigkeiten unterschieden, die der Vorbereitung der dispositiven Arbeit in

1) Vgl. Kilger, W. (1961), S. 597 ff. Die gleiche These vertritt Reichwald in bezug auf die Produktionsfunktion vom Typ C. Da die Argumentation Reichwalds völlig analog zu der Kilgers ist, wird auf sie nicht gesondert eingegangen (vgl. Reichwald, R. (1973), S. 125 ff.).

2) Vgl. Kilger, W. (1961), S. 601 ff.

Form von Jahresabschlüssen, Erfolgsrechnungen, Wirtschaftsplänen, Statistiken usw. dienen und so einen indirekten Einfluß auf dispositive Entscheidungen gewinnen. Der Gesamtkomplex menschlicher Arbeit läßt sich demnach wie in Abb. 1 darstellen.

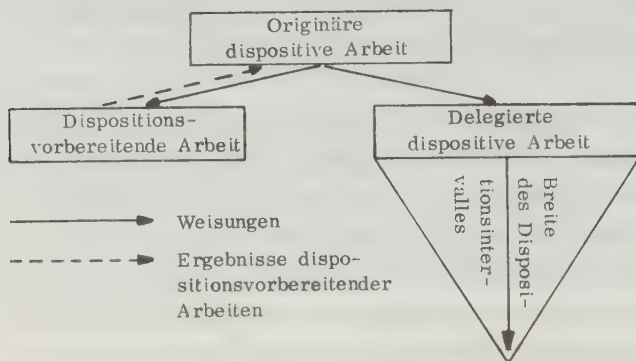


Abb. 1: Gliederung der menschlichen Arbeit nach Kilger

Kilger vertritt nun die Meinung, daß trotz der Abgrenzungsschwierigkeiten zwischen dispositiven und objektbezogenen Tätigkeiten¹⁾ eine solche Unterscheidung eine notwendige Voraussetzung für eine exakte Analyse des Betriebsgeschehens ist.²⁾ Zur Begründung dieser These führt Kilger aus:

"Erstens läßt sich kein funktionierendes System der betrieblichen Organisation und Planung aufbauen, ohne daß festgestellt wird, welche Personen welche Entscheidungen zu treffen haben. Diese Kompetenzabgrenzung bedeutet aber zugleich die Verteilung von Dispositionsspielräumen, und damit eine Abgrenzung zwischen dispositiver und ausführender Arbeit."³⁾

1) Vgl. hierzu Glaeser, B. (1970), S. 666 f.; Köhler, R. (1966), S. 151; Loitlsberger, E. (1971), S. 85 und S. 417; Reichwald, R. (1973), S. 77 ff.

2) Vgl. Kilger, W. (1961), S. 602.

3) Kilger, W. (1961), S. 602.

Dem ersten Satz und dem zweiten Halbsatz des Zitates kann voll zugestimmt werden. Es bleibt aber unklar, wie durch die Festlegung von Dispositionsspielräumen eine Abgrenzung zwischen dispositiver und ausführender Arbeit gewonnen werden soll. Es kann sich erweisen, daß diese beiden Komponenten völlig untrennbar sind. Wenn beispielsweise für einen Arbeiter an einer nicht automatisierten Drehbank der Dispositionsspielraum in der Wahl der Schnittgeschwindigkeit und des Vorschubes besteht, so müssen diese Größen ständig in Abhängigkeit vom Arbeitsfortschritt variiert werden. Die dispositive Arbeit der Wahl dieser Größen ist, da sie ständig mit den ausführenden Arbeiten der Betätigung der entsprechenden Schalter und Hebel Hand in Hand geht, nur noch gedanklich, aber nicht mehr real von dieser zu trennen.¹⁾

Während also Kilger mit diesem ersten Argument die von ihm selbst erkannten Schwierigkeiten der Trennung von objektbezogener und dispositiver Arbeit ausräumen zu können glaubt, spricht er mit einem weiteren Argument methodische Probleme an:

"Die Aufgabe der Produktions- und Kostentheorie besteht darin, die funktionalen Beziehungen zwischen Faktoreinsatzmengen bzw. Kosten und ausgebrachten Produkteinheiten zu erforschen. Die dabei auftretenden Funktionen unterscheiden sich aber grundsätzlich von Naturgesetzen, die unabhängig vom Menschen gültig sind, und deren Geheimnisse durch empirische Forschungen in Verbindung mit wissenschaftlichen Theorien ergründet werden können. Denn die Gesetzmäßigkeiten des Betriebes stehen nicht von vorneherein fest, sondern werden von menschlichen Entscheidungen oder, in der Sprache der Produktions- und Kostentheorie, vom Produktionsfaktor Arbeit gestaltet. Würde man nun den dispositiven Teil der menschlichen Arbeit nicht eliminieren, so müßten in der Produktions- und Kostentheorie Funktionen erklärt werden, deren Variable die Funktionsgesetzmäßigkeiten selbst

1) Vgl. auch Forster, J. (1975), der am Beispiel der Konstruktionsarbeit die völlige Unmöglichkeit aufzeigt, diese Tätigkeit der dispositiven oder der objektbezogenen Arbeit zuzuordnen.

umzugestalten vermögen, was einen Widerspruch in sich selbst darstellt und deshalb nicht lösbar ist. ... Beim Aufbau dieser Funktionen müssen vielmehr alle Daten, die funktionsverändernde Entscheidungen auslösen können, und die Entscheidungen selbst festliegen. Auf der Basis ständig wechselnder Entscheidungen läßt sich keine Produktions- und Kostenfunktion aufbauen, eine Tatsache, die sich bei vielen empirischen Kostenuntersuchungen ständig bemerkbar gemacht hat."¹⁾

"Diese Tatsache wirkte sich in Deutschland insbesondere bei den empirischen Kostenuntersuchungen von Fr. Henzel aus, die zu einem völlig unregelmäßigen Verlauf führten. Aus dieser Erkenntnis leitete Henzel seinen Grundsatz von der Dispositionsbestimmtheit der Kosten ab."²⁾

Der Argumentation Kilgers ist insofern zuzustimmen, als die Gesetzmäßigkeiten realer Produktionen nicht von vorneherein feststehen, sondern der menschlichen Gestaltung zugänglich sind. Die Schlußfolgerung, die Kilger aus dieser Tatsache zieht, löst aber das Problem der Bestimmung dieser Gesetze nur scheinbar. Kilger fordert, den dispositiven Faktor aus der Betrachtung auszuklammern und damit dessen Entscheidungen als gegeben zu betrachten. Selbstverständlich kann unter dieser Prämisse eine Produktionsfunktion erstellt werden, da damit die Produktionsvorgänge auf ihre technische Ebene reduziert sind. Die wesentliche Frage ist aber, ob die Prämisse der festliegenden Entscheidungen den Verhältnissen realer Produktionen entspricht. Gerade dies muß aber - wie eben die von Kilger zitierten Untersuchungen Henzels³⁾ zeigen - verneint werden.

Als Konsequenz hieraus ist zu fordern, die menschlichen Entscheidungen als integrierten Bestandteil der Produktionstheorie zu erfassen. Das von Kilger hierzu angeführte Argument der logischen Unmöglichkeit einer der-

1) Kilger, W. (1961), S. 603.

2) Kilger, W. (1961), S. 603, Fußnote 15.

3) Vgl. Henzel, F. (1936) und (1941); vgl. auch ders. (1967).

artigen Vorgehensweise bleibt unklar. In jeder Funktion gestalten die Variablen die Funktionsgesetzmäßigkeiten um, indem durch andere Werte der Variablen andere Funktionswerte festgelegt werden. Aus anderen Entscheidungen des dispositiven Faktors - dessen Entscheidungen als Variable in eine Produktionsfunktion eingehen - resultieren andere Produktionsergebnisse. Insofern liegt keineswegs ein unlösbarer Widerspruch vor.

Kilger könnte aber mit seiner Argumentation etwas anderes beabsichtigt haben. Es muß nämlich klar ausgewiesen werden, was als Objekt der Theorie erfaßt werden soll und wessen Beobachtungsstandpunkt hierbei eingenommen wird. Diese Frage hängt zum einen eng mit der bereits diskutierten pragmatischen Aufgabenstellung der Produktionstheorie im Rahmen der betriebswirtschaftlichen Theorien zusammen; zum anderen muß zusätzlich berücksichtigt werden, für wessen Gestaltungsinteresse die Theorie ausgerichtet werden soll. Eine Erfassung dieser Person oder Institution im Aussagenszusammenhang der Theorie würde nämlich - wie im folgenden gezeigt wird - tatsächlich zu Widersprüchen führen.

Zur einfacheren Darstellung dieser Überlegungen wird zunächst die hypothetische Trennung von objektbezogener und dispositiver Arbeit aufrechterhalten. Erst im Fortgang der Arbeit (vgl. S. 34 ff.) wird diese Trennung aufgehoben und werden die sich hieraus ergebenden Konsequenzen erläutert.

Wird also hypothetisch davon ausgegangen, daß die Unternehmensleitung sämtliche Entscheidungen über den Produktionsprozeß trifft, so können zwei Standpunkte eingenommen werden:

Der erste Standpunkt ist der der Unternehmensleitung: Objekt der Theorie ist der Produktionsprozeß, wobei die die Arbeit ausführenden Personen, die über keine Entscheidungsfreiheit verfügen, mit einbezogen werden. Freiheitsgrade bilden die Entscheidungen der Unternehmensleitung, die an die die

Arbeit ausführenden Personen weitergeleitet und von diesen - unter der genannten Annahme - befolgt werden. Die Unternehmensleitung selbst und deren Verhalten ist aber in der Theorie nicht berücksichtigt. Die Trennung von dispositiver und objektbezogener Arbeit ist voll hergestellt. Nur die objektbezogene Arbeit bildet den Gegenstand der Produktionstheorie. Der so auf der hypothetischen Trennung von dispositiver und objektbezogener Arbeit beruhende Standpunkt entspricht der Vorstellung Gutenbergs und Kilgers.

Der zweite Standpunkt wäre der eines außerhalb der Unternehmung stehenden Beobachters, etwa der eines Forschers¹⁾ oder der eines Lieferanten der Unternehmung. Wieder sollen alle Entscheidungen bei der Unternehmensspitze liegen. Vom Standpunkt des Forschers bzw. des Lieferanten der Unternehmung ausgehend bilden aber die den Kombinationsprozeß durchführenden Personen und die Unternehmensleitung den Gegenstand der Untersuchung. Freiheitsgrade bestehen in unterschiedlichen Einflüssen auf die Unternehmung, etwa anderen Preiskonstellationen für Faktoren und Produkte. Von Interesse sind die Veränderungen im Produktionsgeschehen der Unternehmung, etwa die Menge der nachgefragten Faktoren. Dazu ist es erforderlich, das Verhalten der Unternehmensleitung in die Theorie einzubeziehen, d. h. die Unternehmensleitung wird selbst Objekt der Theorie. Dispositive und objektbezogene Arbeit sind somit Gegenstand der Produktionstheorie, ohne daß - wie Kilger behauptet - Widersprüche auftreten.

Als unmöglich und als Widerspruch in sich selbst - und in diesem Sinne kann Kilger positiv interpretiert werden - erweist es sich aber, beide Standpunkte gleichzeitig einzunehmen. Die Unternehmensleitung kann nicht ihre durch Entscheidungen zu treffenden Handlungen zum Gegenstand einer Theorie erheben und durch ihre eigenen Handlungen Hypothesen über ihre eigenen Hand-

1) Dies ist z.B. der Standpunkt Henzels in seinen empirischen Untersuchungen.

lungen ständig selbst falsifizieren oder verifizieren.¹⁾

Gegen den oben angeführten zweiten Standpunkt eines außerhalb der Unternehmung stehenden Beobachters, der dispositive und objektbezogene Arbeit in seine Theorie der Produktion einbezieht, muß ein weiterer Einwand Kilgers angeführt werden. Kilger verweist darauf, daß sich die dispositive menschliche Arbeit dem Versuch einer quantitativen Erfassung weitgehendst entzieht. Er bezieht sich hier auch auf Gutenberg, der die Wurzel der dispositiven menschlichen Arbeit im Irrationalen sieht.²⁾

Dem ist entgegenzuhalten, daß es vom geschilderten Standpunkt ausgehend nicht darauf ankommt, Verzehrsmengen an dispositiver Arbeit zu bestimmen. Vielmehr müssen Hypothesen über das Verhalten des dispositiven Faktors in bestimmten Situationen gefunden werden. Dabei kann auch irrationales Verhalten des dispositiven Faktors in Hypothesen erfaßt werden. Aber auch dort, wo es sich als notwendig erweisen würde, dispositive Arbeit als Mengenverzehr zu quantifizieren (z.B. bei Planungsproblemen über eine optimale Verwaltungsgröße) befreit die Schwierigkeit der Erfassung dieser Größen nicht von der Notwendigkeit, in der genannten Situation dispositive Arbeit zu berücksichtigen. Ohne ihre Einbeziehung können keine realitätsadäquaten Ergebnisse gewonnen werden. Dies wird besonders deutlich werden, wenn die hier unterstellte Trennbarkeit zwischen dispositiver und objektbezogener Arbeit aufgehoben wird.

1) Dies entspräche der Position eines Spielers, der gegen sich selbst spielt und bei wahrer (alternativ bei falscher) Voraussage seiner eigenen Handlung eine Geldeinheit erhält. Der Spieler würde in dieser Situation seine "Theorie" über sich selbst in entsprechenden Prognosen und Handlungen ständig verifizieren bzw. falsifizieren.

2) Vgl. Kilger, W. (1961), S. 603, sowie Gutenberg, E. (1972), S. 7.

1.4 Produktionstheorie und Produktionsplanung in Organisationen

Im vorausgehenden Abschnitt wurde die Fiktion der Trennung von dispositiver und objektbezogener Arbeit aufrechterhalten. Damit sollte gezeigt werden, daß auch in dem - in diesem Punkt realitätsfremden - System Gutenbergs eine Einbeziehung dispositiver Arbeit in die Produktionstheorie möglich ist, ohne daß es - wie Kilger behauptet - zu Widersprüchen kommt. Die genannte Fiktion wird nun im folgenden völlig aufgegeben. Es wird davon ausgegangen, daß sich dispositive und objektbezogene Arbeit nicht trennen lassen. Alle am Kombinationsprozeß teilnehmenden Personen führen innerhalb eines unterschiedlich weiten Spielraumes planende und ausführende Tätigkeiten durch. Die sich daraus für eine Produktionstheorie ergebenden Konsequenzen werden im folgenden diskutiert. Dabei wird vom speziellen Fall einer Ausrichtung der Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung ausgegangen. Da eine Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung stets auch als Grundlage der Kostentheorie geeignet sein muß (vgl. S. 10), erübrigt sich eine getrennte Darstellung der hierbei entstehenden Probleme.¹⁾

Unter Produktionsplanung soll dabei im folgenden "... die Entwicklung einer gedanklichen Ordnung (eines Planes) für effizientes Zusammenwirken von Produktionsfaktoren zur Hervorbringung von Produkten unter Berücksichtigung arbeitswissenschaftlicher und technologischer Erkenntnisse sowie wirtschaftlicher Ziele verstanden werden"²⁾. Planung umfaßt in dieser Begriffsbestimmung die Anregungs-, Such- und Optimierungsphase eines

1) Auf eine Ausrichtung der Produktionstheorie als Grundlage der Preistheorie oder Kapitaltheorie wird im folgenden nicht mehr explizit eingegangen.

2) Laßmann, G. (1975), Sp. 3102.

Entscheidungsprozesses bei gegebenen Zielen.¹⁾ Zu treffen sind hierbei im einzelnen Entscheidungen über die Kombination der produktiven Faktoren bei gegebenem Produktionsprogramm (Leistungsprogramm) und gegebener Ausstattung an Menschen, Maschinen und Anlagen (Prozeßplanung), über das Produktionsprogramm bei gegebener Ausstattung (Programmplanung) sowie über die Ausstattung mit Menschen, Maschinen und Anlagen selbst (Ausstattungsplanung).²⁾

Wird - wie es dem Ansatz dieser Arbeit entspricht - die Unternehmung als Organisation aufgefaßt³⁾, so wird die Produktionsplanung nicht von einer

-
- 1) Vgl. Laßmann, G. (1975), Sp. 3103.
Der Planungsbegriff wird in der Betriebswirtschaftslehre in verschiedenartiger Bedeutung verwendet. Vgl. hierzu überblicksartig Grochla, E. (1964), Sp. 314 ff.; Koch, H. (1960), Sp. 4340 ff. und (1961), S. 9 ff., sowie (1975), Sp. 3001 ff.; Lenk, H. (1972), S. 63 ff.; Rieger, H. (1967), S. 1 ff.; Ronge, V./Schmiege, G. (1971), S. 8 ff., Kirsch, W. (1975), S. 19 ff. Der hier vertretene Planungsbegriff findet insbesondere auch Anwendung bei Fehr, E. (1968), S. 15; Heinen, E. (1975b), S. 54; Koch, H. (1960), Sp. 4341 und (1961), S. 9; Raffée, H. (1974), S. 97; Schweim, J. (1969), S. 17; Trechsel, F. (1968), S. 17. Als Hauptvertreter anderer Planungsbegriffe seien genannt: Kirsch, W./Bamberger, I./Gabele, E./Klein, H. (1973), S. 383; Luhmann, N. (1966), S. 1 ff. und (1971), S. 57 ff.; Forrester, J.W. (1971), S. 81 ff.; Jensen, S. (1970), S. 115 ff.
 - 2) Vgl. Laßmann, G. (1975), Sp. 3106 ff.; Reichwald, R./Sievi, C. (1975), S. 289 ff. Der Aufgabenbereich der Produktionsplanung wird häufig enger als hier vertreten definiert (z.B. ohne das Gebiet der Ausstattungsplanung; vgl. zu unterschiedlichen Auffassungen über den Aufgabenbereich der Produktionsplanung Fehr, E. (1968), S. 15 ff.). Auf Einzelheiten hierzu und auf eine genauere Beschreibung des Aufgabenbereiches der Produktionsplanung muß hier nicht eingegangen werden, da der verwendete Begriff der Produktionsplanung für die folgenden Ausführungen nicht wesentlich ist. Dies liegt an der bereits geschilderten Vorgehensweise mit einem unbestimmten Katalog von in der Produktionstheorie zu erfassenden Phänomenen. Je nach unterschiedlicher Aufgabenstellung der Produktionsplanung ist dieser Katalog verschieden zu bestimmen (vgl. S. 10). Eine Festlegung auf einen bestimmten Begriff der Produktionsplanung erfolgt also nur, um die folgenden Ausführungen durch konkrete Bezugnahme verständlicher zu gestalten.
 - 3) Vgl. zu diesem Ansatz und zu den folgenden Ausführungen die auf S. 13 Fußnote 3 angegebene Literatur.

einzigsten Stelle - der Unternehmensspitze - durchgeführt. Die Organisationen kennzeichnende Arbeitsteilung erstreckt sich nicht nur auf die ausführenden Tätigkeiten, sondern ebenso auf die dispositiven Tätigkeiten. Es liegt also eine Entscheidungsdezentralisation vor. Ferner werden die Entscheidungen nicht gleichzeitig, sondern nacheinander getroffen. Aufgrund bestehender hierarchischer Über- und Unterordnung der Organisationsmitglieder bilden hierbei die Entscheidungen übergeordneter Instanzen für die untergeordneten Instanzen unabänderliche Größen (Daten). Es liegt also kein simultaner, sondern ein sukzessiver Entscheidungsprozeß vor.¹⁾

Die Entscheidungen im Rahmen der Produktionsplanung sollen der Erreichung bestimmter Ziele dienen. Fällt die Fiktion, in der Unternehmung würden alle Entscheidungen zentral und simultan getroffen, so impliziert dies auch die Aufgabe der Vorstellung, es gäbe im Produktionsgeschehen nur ein Ziel oder nur Ziele der Unternehmensspitze. Vielmehr sind auch die Zielsetzungen der untergeordneten, an den Entscheidungen beteiligten Instanzen oder Personen in die Überlegungen einzubeziehen. Diese sind nicht notwendig mit denen der Unternehmensspitze identisch. Hierbei erweist es sich als sinnvoll, zwischen Zielen für die Organisation und Zielen der Organisation zu unterscheiden.²⁾

Jeder Organisationsteilnehmer besitzt - soweit er sich nicht als vollkommener Anpasser verhält - eigene Vorstellungen über wünschenswerte Zustände der Organisation. Im Rahmen seiner Entscheidungskompetenz versucht er, diese Vorstellungen zu verwirklichen.³⁾

1) Vgl. auch Heinen, E. (1974), S. 474 ff.

2) Vgl. hierzu Heinen, E. (1971b), S. 187 ff. und (1976), S. 188 ff.; Kirsch, W. (1969), S. 668 ff. und (1971), S. 129 ff., sowie die jeweils dort angegebene Literatur.

3) Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß dies in geringerem Ausmaß auch für in unterster Stufe der Hierarchie stehende Organisationsmit-

Gleichzeitig ist aber das Organisationsmitglied bestrebt, die ihm auferlegten Einschränkungen seines Spielraums zu erweitern bzw. die ihm gegebenen Entscheidungsprämissen in seinem Sinne zu verändern. Es stellt entsprechende Forderungen, die es als Ziele für die Organisation artikuliert. Da in der Regel heterogene und miteinander konkurrierende Zielvorstellungen bestehen, bedarf jede Zielvorgabe eines Aushandlungsprozesses. Ergebnisse des Aushandlungsprozesses sind die von der Organisation autorisierten Zielsetzungen. Diese Ziele der Organisation stellen als "Quasilösungen" des Zielkonfliktes aber nicht endgültige, sondern nur vorübergehende Zielkompromisse dar.¹⁾

Eine Produktionstheorie, die unter Einbeziehung organisationaler Phänomene als Grundlage der Produktionsplanung dienen soll, muß in ihrer Ausgestaltung den dargestellten Gegebenheiten der Entscheidungsdezentralisation, des sukzessiven Entscheidungsprozesses mit hierarchischer Über- und Unterordnung sowie dem Zielpluralismus entsprechen. Es liegt keine einheitliche Planungsaufgabe mehr vor, vielmehr zerfällt der Gesamtkomplex der Produktionsplanung in mehrere Teilkomplexe, die in wechselseitiger Abhängigkeit stehen. Die Teilkomplexe werden von den Organisationsteilnehmern in einem dezentralen und sukzessiven Entscheidungsprozeß unter Verfolgung ihrer jeweiligen Zielsetzungen gelöst. Diese müssen dem organisationalen Zielkompromiß entsprechen. Hieraus ergibt sich die Konsequenz, daß eine Produktionstheorie, die die Grundlage für die Planung in diesen Teilkomplexen bilden soll, je Teilkomplex die Mengenbeziehungen der Planungssitua-

glieder zutreffen kann (beispielsweise Wahl der Arbeitsgeschwindigkeit bei nicht taktgebundener Art; Einstellwerte von Maschinen).

- 1) Vgl. Heinen, E. (1971b), S. 201 und (1976), S. 189; Kirsch, W. (1969), S. 674 ff. und (1971), S. 119 f., sowie die jeweils dort angegebene Literatur.

tion entsprechend abbilden muß. Eine Produktionstheorie konstituiert sich damit aus unterschiedlichen Teiltheorien, die in gegenseitiger Abhängigkeit stehen.

Ehe diese Gedanken im folgenden Abschnitt im Entwurf einer entsprechenden Produktionstheorie konkretisiert werden, sollen sie anhand von drei typischen Planungssituationen in einer Unternehmung mit Werkstattfertigung beispielhaft verdeutlicht werden.

Als erste Planungssituation wird die Situation eines auf unterster Stufe der Organisationshierarchie stehenden Arbeiters an einer Drehbank betrachtet. Die Entscheidungsverteilung innerhalb der Organisation sei dergestalt, daß der Arbeiter über die an der Drehbank bestehenden Freiheitsgrade (Schnittgeschwindigkeit, Vorschub) selbständig im Rahmen gewisser Vorgaben entscheiden kann. Der Arbeiter wird dabei bemüht sein, diese Freiheitsgrade so festzulegen, daß seine individuelle Zielerreichung ein optimales oder befriedigendes Ausmaß besitzt. Selbstverständlich müssen hierbei die seinen Entscheidungsspielraum begrenzenden Vorgaben (z. B. Stückzahlvorgabe) eingehalten werden. Soll eine Produktionstheorie diese Entscheidungssituation erfassen, so muß sie die mengenmäßigen Konsequenzen der möglichen Entscheidungsalternativen prognostizieren. Hierbei sind die Mengenkomponenten derjenigen Phänomene zu berücksichtigen, die die Zielerreichung des Arbeiters direkt oder indirekt beeinflussen bzw. für den Arbeiter Vorgaben darstellen. Dies seien im Beispiel die Lärm-entwicklung der Drehbank, die Verzehrsmenge an Rohstoff und der Output an erstellten Stücken, nicht aber der verzehrte Strom, da dieser nicht drehbankbezogen erfaßt werde und somit sowohl als Vorgabe als auch als individuelle Zielsetzung nicht relevant ist. Wird die Zielerreichung des Arbeiters dabei nicht durch das Verhalten anderer Arbeiter beeinflusst, so kann sich die Produktionstheorie auf die genannten ausschließlich technisch-physiologischen Phänomene beschränken. Bis auf die an der Produktionsplanung orientierte Auswahl der zu erfassenden Phänomene (z. B. Berücksichtigung der Lärmentwicklung an der Maschine, Nichtberück-

sichtigung des Stromverzehrs) stimmt die entsprechende Produktionstheorie vom Grundgedanken ausgehend mit den bestehenden Produktionstheorien überein. Organisationale Phänomene werden nicht berücksichtigt.

Als zweite Planungssituation wird die Situation des dem Arbeiter hierarchisch übergeordneten Werkstattleiters betrachtet. Dieser soll im Rahmen vorgegebener arbeitstäglicher Zwischen- bzw. Endproduktmengen die einzelnen Tätigkeiten auf die Arbeitsplätze verteilen. Diese Verteilung soll unter der Zielsetzung der Kostenminimierung erfolgen. Soll die Produktionstheorie als Grundlage der entsprechenden Planung dienen, muß sie folglich neben den Vorgabemengen an End- und Zwischenprodukten als den den Entscheidungsspielraum beschränkenden Daten sämtliche Phänomene erfassen, deren MengenkompONENTEN kostenverursachend sind oder die auf diesen Mengenverzehr einen Einfluß ausüben. Es ist also der Verbrauch an Kostengütern an den einzelnen Arbeitsplätzen in Abhängigkeit von den zugewiesenen Tätigkeiten zu ermitteln. Da dieser Verbrauch aber von den der Entscheidung des Werkstattleiters nachgelagerten Entscheidungen der Arbeiter abhängig ist, müssen Hypothesen über das Verhalten der Arbeiter in die Produktionstheorie des Werkstattleiters aufgenommen werden. Die Produktionstheorie des Werkstellenleiters umfaßt somit sowohl die objektbezogene als auch die dispositive Arbeit der Arbeiter.

Als dritte Planungssituation soll schließlich die Situation der Unternehmensleitung betrachtet werden, die unter der Zielsetzung eines gewinnmaximalen Produktionsprogramms die Entscheidung über die arbeitstäglich in der Werkstatt zu produzierenden End- bzw. Zwischenproduktmengen trifft und diese Entscheidung an die Werkstättenleiter weitergibt.¹⁾ In der entsprechenden

1) In der Realität werden hier weitere Instanzen zwischengeschaltet sein. In der hier beispielhaften Überlegung kommt es jedoch nur auf die prinzipiellen Gedanken an.

Produktionstheorie müssen alle Phänomene enthalten sein, deren MengenkompONENTE die Kosten oder Erlöse des Unternehmens bestimmen oder die auf den Zusammenhang zwischen diesen MengenkompONENTEN Einfluß besitzen. Da aber durch unterschiedliche Entscheidungen der der Unternehmensleitung untergeordneten Werkstättenleiter das Verhältnis zwischen Güterverzehr und Gütererzeugung beeinflusst wird, sind wieder Hypothesen über das Verhalten der Werkstättenleiter in Abhängigkeit von den an sie gerichteten Produktmengenvorgaben in die Produktionstheorie der Unternehmensleitung aufzunehmen. Die Produktionstheorie der Unternehmensleitung umfaßt damit wieder auch die dispositive Arbeit untergeordneter Personen.¹⁾

-
- 1) Der Gedanke der Berücksichtigung der dispositiven Arbeit untergeordneter Organisationsmitglieder wird in der Kostentheorie von Heinen vertreten (vgl. Heinen, E. (1974), S. 511 ff. und (1969b), S. 276 ff.). Heinen schlägt zur Abbildung der Kostenkonsequenzen von Entscheidungen im dezentralen, sukzessiven Entscheidungsprozeß sog. synthetische Kostenfunktionen vor (vgl. derselbe, (1974), S. 511 ff.). Diese sind dadurch gekennzeichnet, daß die Variation einer Kosteneinflußgröße (in der Regel der Beschäftigung) Sekundärvariationen anderer Kosteneinflußgrößen hervorruft (vgl. derselbe, (1974), S. 156 und S. 512 f.). Die Sekundärvariationen sind dabei auf nachgelagerte Entscheidungen zurückzuführen. Synthetische Kostenfunktionen können produktionstheoretisch fundiert sein (d.h. ihre Aussagen stützen sich auf produktionstheoretische Aussagen) oder hierauf mehr oder weniger verzichten. Heinen schlägt im Rahmen produktionstheoretisch fundierter Kostentheorien die sog. analytische Fundierung synthetischer Kostentheorien vor. Hierbei gehen in die Kostenmodelle übergeordneter Organisationsmitglieder Erwartungen (d.h. Hypothesen) über die nachgelagerten Entscheidungen ein (vgl. derselbe, (1974), S. 517 ff.). Die Erwartungen können dabei durch zweckentsprechende Betrachtung der Entscheidungssituation der untergeordneten Organisationsmitglieder gewonnen werden. Es wird unterstellt, daß diese unter Verwendung der jeweiligen produktionstheoretischen Aussagen so entscheiden, daß bestimmte Ziele optimal bzw. befriedigend erreicht werden (vgl. derselbe, (1974), S. 524 ff.). Dieser Grundgedanke wird in der vorliegenden Arbeit aufgegriffen und bei entsprechender Erweiterung und Vertiefung auf das Gebiet der Produktionstheorie übertragen. Zu analytisch fundierten synthetischen Kostenfunktionen vgl. auch Albach, H. (1962a), S. 52 ff. und (1962b), S. 137 ff.; Jacob, H. (1962), S. 205 ff.; Adam, D. (1974), S. 32 ff.

Im angeführten Beispiel müssen also je nach Planungssituation der am Entscheidungsprozeß beteiligten Personen unterschiedliche Teil-Produktionstheorien entwickelt werden. Dabei genügt nur in den Teil-Produktionstheorien der auf unterster hierarchischer Stufe stehenden Organisationsmitglieder eine ausschließlich technisch-physiologische Phänomene berücksichtigende Betrachtung. Die Teil-Produktionstheorien der übergeordneten Werkstättenleiter bzw. der Unternehmensleitung müssen hingegen Hypothesen über das Verhalten der jeweils untergeordneten Organisationsmitglieder enthalten. Anders könnte der Zusammenhang zwischen den von eben diesem Verhalten bestimmten Input- und Outputmengen nicht erfaßt werden. Objekt dieser Teil-Produktionstheorien ist also - in der Sprache Gutenbergs ausgedrückt - die objektbezogene und die dispositive Arbeit der untergeordneten Instanzen.

Wie ebenfalls aus dem Beispiel hervorgeht, stehen die einzelnen Teil-Produktionstheorien nicht unabhängig nebeneinander; sie sind vielmehr über die technisch-physiologischen Gegebenheiten des Produktionsgeschehens miteinander verknüpft. Diese Verknüpfung entspricht - wie in späteren Abschnitten im einzelnen untersucht wird - dem hierarchischen Aufbau der Unternehmung und der damit verbundenen Arbeitsteilung und Entscheidungsdezentralisation sowie der Struktur des sukzessiven Entscheidungsprozesses. Die Teil-Produktionstheorien konstituieren damit in ihrer Gesamtheit "die Produktionstheorie" der Unternehmung.

Den vorausgehenden beispielhaften Überlegungen lag implizit die Annahme zugrunde, daß in einer Unternehmung eine bestimmte Organisationsstruktur vorgegeben ist, die sich in einer bestimmten sachlichen Aufgabenteilung, in bestimmten Entscheidungsbefugnissen und in einer bestimmten Über- und Unterordnung sowie einem bestimmten organisationalen Zielkompromiß manifestiert. Dies entspricht einer kurz- bis mittelfristigen Betrachtung. Bei langfristiger Betrachtung muß davon ausgegangen werden, daß die Organisationsstruktur der Unternehmung selbst zur Disposition steht. In diesem Fall müssen alternative Produktionsstrukturen in ihren Auswirkungen auf den

Produktionsprozeß berücksichtigt werden; es ist zu beschreiben, wie diese alternativen Produktionsstrukturen die jeweiligen Teil-Produktionstheorien der Organisationsmitglieder und ihren Zusammenhang verändern. Es sind also Größen, die bislang als konstant betrachtet werden konnten, nun als Variable in das Gebäude der entsprechenden Produktionstheorie aufzunehmen. Die Überlegungen werden damit erheblich komplexer. In der Folge wird deshalb zunächst in kurz- bis mittelfristiger Betrachtung von einer gegebenen Organisationsstruktur ausgegangen. Dieser Fall einer "konstanten Produktionsorganisation" bildet den Kern der folgenden Untersuchung. Erst im Anschluß hieran wird diese Restriktion aufgehoben.

2 ENTWURF EINER PRODUKTIONSTHEORIE MIT EINBEZIEHUNG ORGANISATIONALER PHÄNOMENE

In den folgenden Ausführungen werden die bisherigen Überlegungen zur Einbeziehung organisationaler Phänomene in die Produktionstheorie im Entwurf einer entsprechenden Produktionstheorie konkretisiert. Hierzu bedarf es noch einiger grundsätzlicher Überlegungen zur methodischen Vorgehensweise.

2.1 Grundsätzliche Überlegungen

"Jede systematische Wissenschaft steht vor der Aufgabe, ihre Begriffe und Aussagen zu ordnen. Die Ordnung der Begriffe besteht darin, daß man einige Begriffe als undefinierte Grundbegriffe auswählt und die übrigen durch Definitionsketten auf sie zurückführt. Die Ordnung der Aussagen erfolgt in der Weise, daß man bestimmte Aussagen, die sog. Grundsätze oder Axiome, an den Anfang stellt und alle übrigen Aussagen aus diesen Axiomen durch rein logische Ableitung gewinnt."¹⁾

Ursprünglich wurde gefordert, daß es sich bei den Axiomen eines derartigen Sprachsystems um allgemein einleuchtende Prinzipien, deren empirische Geltung evident ist, handeln müsse. Zur Formulierung der Axiome mußte jedoch auf undefinierte, der Alltagssprache entnommene Begriffe zurückgegriffen werden; damit fand die Vagheit der Alltagsbegriffe Eingang in das wissenschaftliche Aussagengebäude.²⁾ Diesen Nachteil vermag eine von Hilbert

1) Stegmüller, W. (1975), S. 376 (Hervorhebungen weggelassen).

2) Vgl. z.B. Stegmüller, W. (1975), S. 377; Weinberg, P. (1975), Sp. 364.

entwickelte Methode zu vermeiden. Die Grundbegriffe werden hier nicht der Alltagssprache entnommen, sondern erst durch die Grundaussagen implizit definiert. Wenn also in einem Axiomensystem gewisse Grundbegriffe auftreten, so werden diese Begriffe nicht mehr mit Hilfe der uns eigenen Anschauung verdeutlicht; vielmehr wird nichts weiter verlangt, als daß die verwendeten Begriffe die im Axiomensystem angeführten Eigenschaften besitzen.¹⁾ Dies bedeutet eine Abstraktion von jeder Anschauung und das Arbeiten mit Begriffen, die ausschließlich mit rein formalen Regeln gewonnen werden.

Von einem realen Phänomen kann damit zunächst nicht mehr gesagt werden, ob es unter einen bestimmten Begriff fällt oder nicht. Hierzu ist eine Interpretation des Axiomensystems notwendig. Durch eine Interpretation werden jedem Grundbegriff gewisse reale Phänomene zugeordnet, wobei jedes Axiomensystem unterschiedliche Interpretationen zulassen kann. Eine Interpretation eines Axiomensystems, die zu empirisch wahren Behauptungen führt, nennt man dann ein dieses System erfüllendes Modell.²⁾

Im folgenden Entwurf einer organisationale Phänomene berücksichtigenden Produktionstheorie wird axiomatisch vorgegangen. Die Grundannahmen und die aus ihren logisch abgeleiteten Konsequenzen werden jeweils einzeln ausgewiesen. Entsprechend der Absicht Wittmanns in dessen axiomatischer Produktionstheorie³⁾ kann damit klar unterschieden werden zwischen den Aussagen, die einer empirischen Überprüfung bedürfen (nämlich den Grundaussagen) und den aus denselben durch logische Operationen abgeleiteten Aussagen.

Wittmann unterläßt aber in seiner axiomatischen Produktionstheorie die zur empirischen Prüfung notwendige Interpretation der von ihm aufgestellten

1) Vgl. Stegmüller, W. (1975), S. 377.

2) Vgl. Stegmüller, W. (1975), S. 377.

3) Vgl. Wittmann, W. (1966), S. 13 f.

Axiome.¹⁾ "Damit informieren diese Aussagen aber auch nicht mehr über die Realität, sondern bloß über eine "mögliche Welt", nämlich über die in den Annahmen enthaltene."²⁾

Insofern ist Wittmanns Ansatz jeglicher Kontrolle entzogen: "Stimmen nämlich in einem speziellen Fall die zugrunde gelegten Annahmen mit den Gegebenheiten überein, so haben wir eine Illustration an einem Beispiel, stimmen sie mit den Gegebenheiten jedoch nicht überein, dann handelt es sich um ein nicht adäquates System; aber falsch ist die Theorie deswegen nicht."³⁾

In dem folgenden axiomatischen Entwurf wird zur Vermeidung von Interpretationsschwierigkeiten stets angegeben, wie die Grundbegriffe bzw. die entsprechenden Grundannahmen empirisch zu verstehen sind. Die Interpretation kann dabei naturgemäß nicht endgültig anhand einer konkreten Unternehmung erfolgen, vielmehr werden gewisse Regeln aufgestellt, denen eine konkrete Interpretation im Einzelfall zu genügen hat (Korrespondenzregeln).⁴⁾

Dieses Vorgehen erlaubt nach wie vor das Arbeiten mit einem unbestimmten Katalog von Phänomenen, die - abgesehen von den hier hervorgehobenen organisationalen Phänomenen - in der Produktionstheorie zu erfassen sind (vgl. S. 6 und S. 14 f.). Erst im Einzelfall ist also eine den Korrespondenzregeln entsprechende endgültige Interpretation vorzunehmen.

1) Vgl. Wittmann, W. (1966), S. 14 und (1968).

2) Ganz, W. (1967), S. 158.

3) Ganz, W. (1967), S. 158. Vgl. zu der hier angesprochenen Problematik auch Koch, H. (1975a), S. 181 ff. Koch vertritt im Gegensatz zu der zitierten Äußerung die Auffassung, daß in den Wissenschaften konditionale Aussagen eine hohe Berechtigung besitzen, da das Gegenkonzept der Kategoriaisätze in der Regel nur sehr schwache Aussagen zuläßt.

4) Zu Korrespondenzregeln vgl. Stegmüller (1958), S. 339 ff. und (1975), S. 464.

Die Axiome bleiben durch die Korrespondenzregeln nicht formale Forderungen, sondern werden bei den Korrespondenzregeln entsprechender Interpretation zu konkreten Behauptungen über die Realität. Damit sind sie einer empirischen Überprüfung zugänglich. Die konkrete empirische Überprüfung der Axiome kann jedoch - wie bereits betont - nicht Bestandteil der vorliegenden Arbeit sein. Das im folgenden entwickelte axiomatische Aussagensystem wird jedoch im 3. Kapitel anhand eines Beispiels in konkreter Weise interpretiert werden.

2.2 Produktionstheorie in "konstanten Produktionsorganisationen"

Wie bereits erläutert, wird in den folgenden Ausführungen in kurz- bis mittelfristiger Betrachtung von einer festliegenden sachlichen Arbeitsteilung, Entscheidungsbefugnis, Über- und Unterordnung und von einer bestimmten Quasilösung des Zielkonfliktes als Kennzeichen "konstanter Produktionsorganisationen" ausgegangen. Diese Merkmale werden im folgenden als Grundlage einer Produktionstheorie mit Einbeziehung eben dieser Phänomene formalisiert. Erst anschließend werden die einzelnen Teiltheorien einer als Grundlage der Produktionsplanung brauchbaren Produktionstheorie konstituiert und ihr Zusammenhang untersucht.

2.2.1 Definition einer "konstanten Produktionsorganisation"

(D1) Definition: Ein Fünf-Tupel $KPO = \langle P, X, E, Z, V \rangle$ heißt "konstante Produktionsorganisation", wenn die folgenden Axiome KPO1-KPO13 erfüllt sind.

KPO1: $P = \{ P_1, P_2, \dots, P_{np} \}$.

P wird Personenmehrheit genannt, bestehend aus den Organisationsmitgliedern (Personen) $P_1, P_2, \dots, P_{np}$.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO1: Eine "konstante Produktionsorganisation" besteht zunächst aus einer Personenmehrheit $P_1, P_2, \dots, P_{np}$. Diese Personenmehrheit setzt sich aus den einzelnen Organisationsmitgliedern zusammen und wird in "konstanten Produktionsorganisationen" als fest vorgegeben betrachtet. Einstellung oder Entlassung von Angestellten und Arbeitern bleiben also zunächst ausgeschlossen. Hierin liegt eine Einschränkung, die erst in "variablen Produktionsorganisationen" aufgehoben wird.

KPO2: $X = \{X_1, X_2, \dots, X_{nx}\}$. X heißt technisch-physiologische Größenmehrheit (oder technisch-physiologische Mehrheit von Phänomenen), bestehend aus den Größen (Phänomenen) $X_1, X_2, \dots, X_{nx}$.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO2: Ergebnis der Überlegungen des vorausgehenden Abschnitts ist, daß der Katalog von Phänomenen, deren Mengenkomponte als Input oder Output in einer Produktionstheorie zu erfassen ist, nicht allgemein eindeutig festgelegt werden kann.¹⁾ Ebenso lassen sich die zusätzlich zu erfassenden Phänomene, die das Verhältnis von Input und Outputmengen beeinflussen, nicht allgemein verbindlich bestimmen.²⁾ In der Definition der "konstanten Produktionsorganisation" werden nur die im vorliegenden Entwurf berücksichtigten organisationalen Phänomene Arbeitsteilung, Entscheidungsbefugnis, Über- und Unterordnung und Quasilösung des Zielkonfliktes in geeigneter Weise in den Axiomen explizit genannt. Die Menge X hingegen soll als unbestimmter Katalog von Größen die restlichen, nicht organisationalen Phänomene umfassen. Es sind dies bei einer Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung diejenigen Phänomene, über die im Rahmen der Produktionsplanung entschieden wird, die die Zielerreichung der an der Produktionsplanung beteiligten Personen betreffen sowie die Phänomene, die den Zusammenhang zwischen den Entscheidungen und den die Zielerreichung bestimmenden Phänomenen beeinflussen (mit Ausnahme der organisationalen Phänomene).³⁾ Da es sich hierbei von in der Produktionstheorie zu erfassender bzw. auch erfaßter Phänomene⁴⁾ ausgehend um Phänomene technischer oder physiologischer Art handelt, wird X technisch-physiologische Grö-

1) Vgl. S. 6 ff. dieser Arbeit.

2) Vgl. S. 10 ff. dieser Arbeit.

3) Vgl. S. 9 f. dieser Arbeit.

4) Vgl. S. 16 ff. dieser Arbeit.

Benzenmehrheit genannt. X umfaßt also im "Normalfall" die Einsatzmengen an Hilfs-, Betriebs- und Werkstoffen, an Menschen und Maschinen in ihren verschiedenen Einsatzmaßgrößen,¹⁾ die erstellten Produktmengen und die, das Verhältnis von Input und Output beeinflussenden Größen, wie z.B. die technisch-physikalische Leistung der am Kombinationsprozeß beteiligten Maschinen oder wie Outputniveau, Losgröße und Verhältnis der Einsatzstoffe.²⁾ Eine letztliche Aufzählung der in X zu erfassenden Phänomene bleibt aber bis zur konkreten Interpretation des Axiomensystems in einem Modellfall ausgeschlossen.³⁾

KPO3: Zu $X_j \in X$ gibt es eine Menge von Zeitfunktionen $X_j(t)$, die auf einem Zeitbereich $[0, T]$ definiert sind und Werte aus einem bestimmten Wertebereich X_j^* anrechnen. Die Menge dieser Zeitfunktionen wird wiederum mit X_j bezeichnet. Es sei $X_j^o(t) \in X_j$ eine beliebige Zeitfunktion zur Größe X_j . Dann wird $X_j^o(t)$ ein möglicher Verlauf der Größe X_j im Intervall $[0, T]$ genannt. Für einen festen Zeitpunkt $t_o \in [0, T]$ heißt $X_j^o(t_o)$ Ausprägung oder Wert der Größe X_j im Zeitpunkt t_o .

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO3:

Von jeder Größe X_j aus der technisch-physiologischen Größenmehrheit X wird vorausgesetzt, daß es ein Meßverfahren gibt, das der Größe X_j in jedem Zeitpunkt t aus einer Planperiode $[0, T]$ einen Wert $X_j(t)$ zuordnet. Die hierbei möglichen Kurvenverläufe werden zu einer Menge von Funktionen zusammengefaßt, die mit der Größe X_j identifiziert wird. Eine Größe X_j ist in dieser Interpretation nichts anderes als die Menge der möglichen Kurvenverläufe ihrer Ausprägungen.

-
- 1) Zu den unterschiedlichen Möglichkeiten der Einsatzmessung von Menschen und Maschinen vgl. die auf S. 8, Fn. 2 und S. 8, Fn. 3 angegebene Literatur.
 - 2) Vgl. auch die auf S. 12 Fn. 2 angeführten Einflußgrößen und die dort angegebene Literatur.
 - 3) Vgl. hierzu den auf S. 115 ff. dargestellten Modellfall.

Die empirische Verwirklichung der Forderung KPO3 setzt voraus, daß es für jede Größe X_j geeignete Meßverfahren und eine geeignete Darstellung ihres Wertes im Zeitablauf gibt. Dies bereitet keine Schwierigkeiten, wenn es sich um kontinuierlich meßbare Größen, wie z.B. die physikalische Leistung eines Aggregates handelt. Der Wert $X_j(t)$ kann dann graphisch wie z.B. in Abb. 2 dargestellt werden.¹⁾

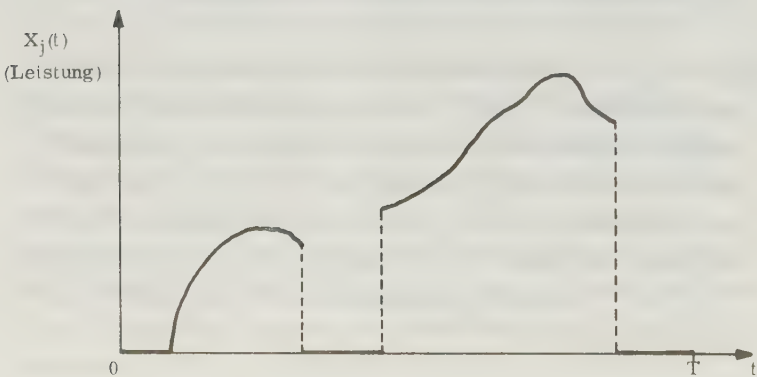
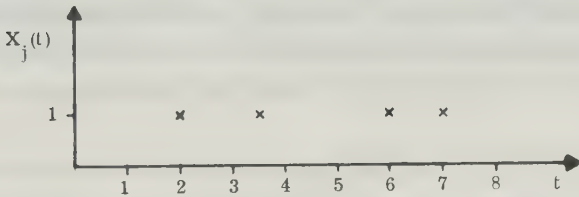


Abb. 2: Beispiel des Verlaufs der physikalischen Leistung an einem Aggregat im Zeitablauf

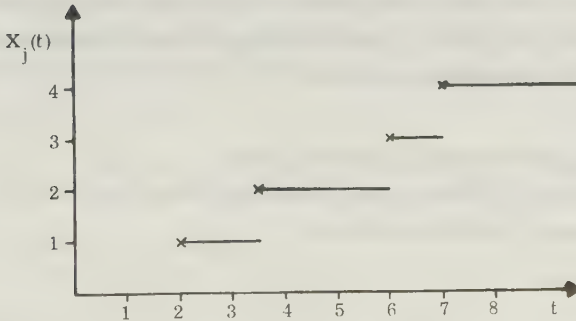
Ebenso entstehen keine prinzipiellen Schwierigkeiten, wenn es sich um diskontinuierlich beobachtbare Größen, wie z.B. unteilbare Produkte als Output oder unteilbare Faktoren als Input handelt. Es muß lediglich vereinbart werden, in welchem Zeitpunkt ein Produkt als erstellt bzw. ein Faktor als verzehrt gilt. Bei Produkten kann hierbei der Zeitpunkt der vollständigen Vollendung des jeweiligen Produktes

1) Vgl. auch die Zeitbelastungsfunktionen bei Heinen, E. (1974), S. 233.

(z.B. Zeitpunkt, an dem ein Brett vollständig gehobelt ist), bei Faktoren der Zeitpunkt des Beginns des Einsatzes gewählt werden (z.B. Zeitpunkt, in dem der Hobelvorgang an einem rohen Brett beginnt).¹⁾ Es ergeben sich folgende äquivalente Darstellungsmöglichkeiten (vgl. Abb. 3 a) und b)). Abb. 3 a) zeigt, in welchen Zeitpunkten eine Produkteinheit anfällt bzw. eine Faktoreinheit verzehrt wird. $X_j(t)$ kann im Zeitablauf nur die Werte Null und Eins annehmen. Abb. 3 b) gibt die vom Zeitpunkt $t=0$ ausgehend insgesamt gefertigten Produkteinheiten bzw. insgesamt verzehrten Faktoreinheiten an. $X_j(t)$ nimmt in diesem Fall nur ganzzahlige Werte an.



a) Darstellung in Entstehungs- bzw. Verzehrzeitpunkten



b) Summendarstellung

Abb.3: Darstellungsmöglichkeiten des Produktoutputs bzw. des Faktorinputs bei unteilbaren Produkten bzw. Faktoren

1) Vgl. auch Stein, C. (1965), S. 79 ff.

Schwierigkeiten bei der empirischen Interpretation des Axioms KPO3 treten hingegen auf, wenn die betrachtete Größe X_j nur schwer meßbar ist (z. B. Maschinenverschleiß). Diese Schwierigkeiten bedürfen in ihrer praktischen Bewältigung empirischer Forschung und können daher in der vorliegenden abstrakten Untersuchung nicht gelöst werden. Als Ausprägungsbereiche X_j^* ($j=1, 2, \dots, nx$) kommen in allen betrachteten Fällen Intervalle reeller oder ganzer Zahlen in Betracht.

Bemerkung: Mit der vorgeschlagenen Betrachtung der Größen X_j in jedem Zeitpunkt t der Planperiode $[0, T]$ wird es im Gegensatz zu einer häufig in der Produktionstheorie anzutreffenden zeitraumbezogenen Erfassung der Größen in Durchschnittswerten¹⁾ möglich, eine dynamische Analyse des Produktionsgeschehens durchzuführen.

$$\text{KPO4: } E = \{ EP_1, EP_2, \dots, EP_{np} \}$$

$$\text{mit } EP_i = \{ EP_i^1, EP_i^2, \dots, EP_i^{ne_i} \} \quad \text{für } i = 1, 2, \dots, np$$

E heißt Entscheidungsgrößenmenge von KPO. EP_i heißt Entscheidungsgrößenmenge oder Entscheidungsbereich des Organisationsmitgliedes P_i . $EP_i^k \in EP_i$ heißt k -te Entscheidungsgröße oder Entscheidungsvariable des Organisationsmitgliedes P_i .

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO4:

Die Angabe der Korrespondenzregel erfolgt zusammen mit der Korrespondenzregel zu KPO5 und KPO6.

1) Zu einer detaillierten Untersuchung der Berücksichtigung des Zeitaspektes in der Produktionstheorie vgl. Stein, C. (1965), S. 21 ff.

KPO5: Zu jeder Entscheidungsgröße EP_i^k eines Organisationsmitgliedes P_i gibt es eine Menge von Funktionen $EP_i^k(\tau)$, definiert auf einer Indexmenge J mit $\tau \in J$. Die Menge dieser Funktionen wird wiederum mit EP_i^k bezeichnet. Ist $J = [0, T]$ d.h. $\tau \in [0, T]$, so wird von einer zeitpunktbezogenen Entscheidungsgröße gesprochen. Ist $J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$, d.h. $\tau \in \{0, 1, 2, \dots, n\}$, so heißt EP_i^k teilperiodenbezogene Entscheidungsgröße. Ist $J = \emptyset$, d.h. ist EP_i^k eine Menge von unindizierten Werten, so heißt EP_i^k totalperiodenbezogene Entscheidungsgröße.

Es sei ${}^oEP_i^k(\tau) \in EP_i^k$ eine beliebige Funktion zur Entscheidungsgröße EP_i^k . Dann heißt ${}^oEP_i^k(\tau)$ eine Entscheidung über die Entscheidungsgröße EP_i^k . Je nach Indexmenge J mit $\tau \in J$ wird wieder von zeitpunktbezogenen, teilperiodenbezogenen und totalperiodenbezogenen Entscheidungen gesprochen.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO5:

Die Angabe der Korrespondenzregel erfolgt zusammen mit der Korrespondenzregel zu KPO6.

KPO6: Zu EP_i^k ($i=1, 2, \dots, n_p$; $k=1, 2, \dots, n_{e_i}$)

gibt es eine Funktion FEP_i^k , definiert auf einer Teilmenge REP_i^k der technisch-physiologischen Größenmehrheit X , derart, daß für die Entscheidung $EP_i^k(\tau)$ gilt:

$$EP_i^k(\tau) = FEP_i^k(X_{EP_{i_1}^k}(t), X_{EP_{i_2}^k}(t), \dots, X_{EP_{i_{ne_i}}^k}(t))$$

$$(\tau \in J ; t \in [0, T])$$

$$\text{mit: } X_{EP_{i_1}^k} \in REP_i^k; X_{EP_{i_2}^k} \in REP_i^k; \dots;$$

$$X_{EP_{i_{ne_i}}^k} \in REP_i^k.$$

Die Funktion FEP_i^k heißt Definitionsfunktion zur Entscheidungsgröße EP_i^k . REP_i^k heißt Menge der die Entscheidungsgröße EP_i^k definierenden technisch-physiologischen Größen.

Korrespondenzregeln zur Interpretation von KPO4, KPO5 und KPO6:

Als charakteristisch für Organisationen wurde betrachtet, daß Entscheidungen über den Kombinationsprozeß nicht von einem Organisationsmitglied allein getroffen werden (Fall vollkommener Zentralisation).

Jedes Organisationsmitglied entscheidet vielmehr nur über bestimmte, den Kombinationsprozeß determinierende Größen; die restlichen Größen liegen außerhalb seiner direkten Beeinflussung (Entscheidungsdezentralisation). Hierbei muß als weiteres Kennzeichen von Organisationen davon ausgegangen werden, daß ein Teil der Organisationsmitglieder nicht über die den Kombinationsprozeß direkt bestimmenden Größen (nämlich die Größen $X_j \in X$) entscheidet, sondern über hieraus abgeleitete Größen (z.B. Produktmengen je Periode oder je Teilperiode, Budgetvorgaben).¹⁾

In "konstanten Produktionsorganisationen" wird nun davon ausgegangen, daß die Größen, über die ein Organisationsmitglied entscheiden kann, durch organisatorische Regelung und informelle Tradition genau umrissen sind. Die Menge dieser Entscheidungsgrößen, d.h. der Entscheidungsbereich wird je Organisationsmitglied P_i in KPO4 festgehalten. Zum Entscheidungsbereich eines Organisationsmitgliedes P_i sollen dabei nur diejenigen Größen gezählt werden, über die P_i direkt verfügt (z.B. Intensität einer Maschine durch den Arbeiter, Produktmenge je Periode durch die Unternehmensspitze). Hiervon durch produktionstechnische Gegebenheiten abhängige Größen (z.B. durch Intensitätsfestlegung

1) Selbstverständlich kommen aber auch die technisch-physiologischen Größen $X_j \in X$ selbst als Entscheidungsgrößen in Betracht.

bzw. Entscheidung über die Produktmenge bedingter Faktorverzehr) sollen nicht zum Entscheidungsbereich von P_i gezählt werden.¹⁾

Entscheiden heißt, einer Entscheidungsgröße einen bestimmten Wert zuzuordnen. Hierbei muß zwischen verschiedenen Fällen unterschieden werden: Bei zeitpunktbezogenen Entscheidungsgrößen kann die Entscheidungsgröße in jedem Zeitpunkt $\tau \in [0, T]$ einen anderen Wert annehmen und muß deshalb auch bei einer Entscheidung in jedem Zeitpunkt bestimmt werden (z.B. Intensität einer Maschine). Teilperiodenbezogene Entscheidungsgrößen sind so definiert, daß sie nur je Teilperiode der Produktionsperiode unterschiedliche Werte annehmen können. Bei einer Entscheidung sind folglich nur die Werte in den Teilperioden festzulegen (z.B. Output je Tag oder je Woche). Totalperiodenbezogene Entscheidungsgrößen können hingegen definitionsgemäß nur einen Wert je Produktionsperiode besitzen und sind folglich nur einmalig je Produktionsperiode $[0, T]$ zu bestimmen (z.B. Bestand an Potentialfaktoren).

In KPO5 wird diese Unterscheidung mit Hilfe der Indexmenge J durchgeführt ($J = [0, T]$: zeitpunktbezogene Entscheidung; $J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$: Teilperiodenbezogene Entscheidung; $J = \emptyset$: totalperiodenbezogene Entscheidung). In axiomatischer Vorgehensweise wird dabei analog zu der Vorgehensweise in KPO3 eine Entscheidungsgröße als die Menge der über sie möglichen Entscheidungen definiert. Empirisch bedeutet dies die selbstverständliche Forderung, daß jeder Entscheidungsgröße je Zeitpunkt bzw. je Teilperiode bzw. je Totalperiode ein fester Wert zugeordnet werden kann.

1) Eine Subsumierung auch dieser Größen zum Entscheidungsbereich von P_i würde wegen der vielfachen Abhängigkeiten, die zwischen den einzelnen Größen bestehen, im Extrem dazu führen, daß der Entscheidungsbereich jedes Organisationsmitgliedes alle Größen von X umfaßt.

Es wurde bereits betont, daß es sich bei den Entscheidungsgrößen nicht nur um die Größen der technisch-physiologischen Größenmehrheit X , sondern auch um hieraus abgeleitete Größen handeln kann. In KPO6 wird hierzu festgehalten, wie die Entscheidungsgrößen mit Hilfe der technisch-physiologischen Größen definiert sind. Die Funktion FEP_i^k ordnet hierzu den möglichen Kurvenverläufen der die Entscheidungsgröße definierenden technisch-physiologischen Größen, die möglichen Entscheidungen über die Entscheidungsgröße zu. Bei zeitpunktbezogenen Entscheidungsgrößen wird also jedem Kurvenverlauf der technisch-physiologischen Größen mit Hilfe der Funktion FEP_i^k ein Wert der Entscheidungsgröße je Zeitpunkt zugeordnet.¹⁾ Bei teilperiodenbezogenen bzw. totalperiodenbezogenen Entscheidungsgrößen wird jedem Kurvenverlauf der technisch-physiologischen Größen ein Wert der Entscheidungsgröße je Teilperiode bzw. je Totalperiode zugeordnet.²⁾ Eine Entscheidung über eine Entscheidungsgröße e , d.h. das Festlegen des Wertes der Entscheidungsgröße je Zeitpunkt, Teilperiode oder Totalperiode bedeutet folglich nichts anderes als das Festlegen von Bedingungen, die die Kurvenverläufe der die Entscheidungsgröße definierenden technisch-physiologischen Größen erfüllen müssen.

-
- 1) Ein Spezialfall liegt hierbei vor, wenn eine technisch-physiologische Größe selbst Entscheidungsgröße ist (z.B. Wahl der Maschinenleistung je Zeitpunkt durch den die Maschine bedienenden Arbeiter). Die Funktion FEP_i^k ist dann die identische Abbildung.
 - 2) Bei den Funktionen FEP_i^k handelt es sich um Funktionen mit Funktionen als Variable, also Funktionale. Als einfachste und für die Produktionsplanung bedeutendste Funktionale erweisen sich die identische Abbildung (Vgl. S.10, Fn. 1) und die Integration. Ist beispielsweise $X_j(t)$ als technisch-physiologische Größe der Output an einem kontinuierlich erstellten Produkt je infinitesimaler Zeiteinheit im Zeitpunkt t , so wird der Gesamtoutput $\bar{X}_j$ dieses Produktes je Totalperiode als eine mögliche Entscheidungsgröße durch

$$\bar{X}_j = \int_{t=0}^T X_j(t) dt$$

definiert.

Die Menge der technisch-physiologischen Größen, die zur Definition der Entscheidungsgröße EP_i^k benötigt werden, wird mit REP_i^k bezeichnet (Menge der die Entscheidungsgröße definierenden technisch-physiologischen Größen). Eine Entscheidung über eine Entscheidungsgröße EP_i^k legt damit Bedingungen für die in REP_i^k enthaltenen technisch-physiologischen Größen fest.

Bemerkung: Mit Hilfe der Axiome KPO4-KPO6 ist es möglich, das Phänomen der Entscheidungsdezentralisation in Organisationen zu erfassen. Der den herkömmlichen Produktionstheorien implizit als Prämisse zugrunde liegende Fall eines vollkommen zentralen Entscheidungsprozesses¹⁾ wird hierbei nicht ausgeschlossen, sondern tritt als Spezialfall auf. In diesem Fall ist $EP_{i_0} \neq \emptyset$ für ein $i_0 \in \{1, 2, \dots, np\}$ und $EP_i = \emptyset$ für alle $i \neq i_0$.

Aufbauend auf die in KPO6 auftretenden Mengen der die Entscheidungsgrößen EP_i^k von P_i definierenden technisch-physiologischen Größen REP_i^k wird zur Vereinfachung der weiteren Darstellung folgende Definition gebildet:

(D2) Definition:
$$REP_i := \sum_{k=1}^{ne_i} REP_i^k$$

heißt Menge der die Entscheidungsgrößen von P_i definierenden technisch-physiologischen Größen.

KPO7:
$$Z = \{ZP_1, ZP_2, \dots, ZP_{np}\}$$

 mit:
$$ZP_i = \{ZP_i^1, ZP_i^2, \dots, ZP_i^{nz_i}\}$$

 für $i = 1, 2, \dots, np$

1) Vgl. die Untersuchung bestehender Produktionstheorien in bezug auf die Berücksichtigung organisationaler Phänomene auf S. 16 ff. dieser Arbeit.

Z heißt Zielmenge der konstanten Produktionsorganisation. ZP_i heißt Zielmenge des Organisationsmitgliedes P_i . $ZP_i^k \subset ZP_i$ heißt k-tes Ziel des Organisationsmitgliedes P_i ($i = 1, \dots, np$; $k = 1, \dots, nz_i$).

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO7:

In Organisationen werden nicht nur die Ziele eines einzigen Organisationsmitgliedes verfolgt, sondern jedes Organisationsmitglied bringt seine Zielsetzungen in die Organisation ein.¹⁾ In "konstanten Produktionsorganisationen" soll nun davon ausgegangen werden, daß eine "Quasilösung" der unterschiedlichen Zielsetzungen gefunden werden konnte. Es kann also jedem Organisationsmitglied P_i eine Menge von Zielsetzungen ZP_i zugeordnet werden, die dieses Organisationsmitglied in Übereinstimmung oder in Verträglichkeit mit der Quasilösung des Zielkonfliktes bei seiner Entscheidung verfolgt. Die unterschiedlichen Einzelziele des Organisationsmitgliedes P_i werden dabei mit ZP_i^k bezeichnet ($i = 1, 2, \dots, np$; $k = 1, 2, \dots, nz_i$). Hierbei kann es sich um Individualziele von P_i selbst handeln, die im Rahmen der Quasilösung verfolgt werden bzw. verfolgt werden können (z.B. Einkommenserzielung, Arbeitszeitverkürzung, angenehme Arbeitsbedingungen), oder um Ziele anderer Personen, die von P_i im Rahmen der Quasilösung bei seiner Entscheidung verfolgt werden müssen (z. B. Zielvorgabe der Kostenminimierung an einen Werkstellenleiter). Wesentlich ist hierbei, daß die Zielsetzungen innerhalb "konstanter Produktionsorganisationen" als dauerhaft vorhanden betrachtet werden und sowohl hinsichtlich ihres Inhaltes, als auch hinsichtlich ihres Ausmaßes und zeitlichen Bezuges durch die Organisationsmitglieder nicht verändert werden.²⁾ Vgl. hierzu die folgenden Axiome KPO8 - KPO10, insbesondere KPO10 und im Ge-

-
- 1) Vgl. hierzu und zu den folgenden Ausführungen S. 13 f. dieser Arbeit und die dort angegebene Literatur.
 - 2) Diese Bedingung erscheint wegen der in "konstanten Produktionsorganisationen" vorgenommenen Beschränkung auf kurz- bis mittelfristige Betrachtung als nicht zu einschränkend.

gensatz dazu die Interpretation von "Vorgaben" gemäß den Axiomen KPO11 - KPO13).

KPO8: Zu jedem Ziel ZP_i^k eines Organisationsmitgliedes P_i gibt es eine Menge von Funktionen $ZP_i^k(\tau)$, definiert auf einer Indexmenge J mit $\tau \in J$. Die Menge dieser Funktionen wird wieder mit ZP_i^k bezeichnet. Ist $J = [0, T]$, d. h. ist ZP_i^k auf $[0, T]$ definiert, so wird von zeitpunktbezogenen Zielsetzungen gesprochen. Ist $J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$ d. h. $\tau \in \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$, heißt ZP_i^k teilperiodenbezogene Zielsetzung. Ist $J = \emptyset$, d. h. ist ZP_i^k eine Menge von unindizierten Werten, so heißt ZP_i^k totalperiodenbezogene Zielsetzung. Es sei ${}^oZP_i^k(\tau) \in ZP_i^k$ ($\tau \in J$) eine beliebige Funktion zur Zielsetzung ZP_i^k . Dann gibt ${}^oZP_i^k(\tau)$ je nach Indexmenge J den Wert der Zielerreichung in jedem Zeitpunkt $\tau \in [0, T]$ ($J = [0, T]$) bzw. den Wert der Zielerreichung in jeder Teilperiode τ ($\tau = 0, 1, 2, \dots, n_J$), ($J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$) bzw. den Wert der Zielerreichung in der Totalperiode an ($J = \emptyset$).

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO8:

Es wird vorausgesetzt, daß es zu jedem Ziel ZP_i^k eines Organisationsmitgliedes P_i ein Meßverfahren gibt, das die jeweilige Zielerreichung angibt. Dabei muß zwischen zeitpunktbezogenen Zielsetzungen (z. B. momentane Arbeitsbelastung), teilperiodenbezogenen Zielsetzungen (z. B. arbeitstägliche Kostenminimierung) und totalperiodenbezogenen Zielsetzungen (z. B. Totalperiodengewinn) unterschieden werden. Diese Unterscheidung erfolgt mit Hilfe der Indexmenge J ($J = [0, T]$: zeitpunktbezogene Zielsetzung; $J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$: teilperiodenbezogene Zielsetzung; $J = \emptyset$: totalperiodenbezogene Zielsetzung). Im ersten Fall wird der Zielerreichungsgrad kontinuierlich je Zeitpunkt erfaßt, im zweiten Fall je Teilperiode und im dritten Fall je Totalperiode festgestellt.

Da in allen drei Fällen neben einer kardinalen Messung der Zielerreichung auch eine ordinale oder nominale Messung der Zielerreichung zugelassen werden soll¹⁾ (bei kardinaler Messung besitzen die in KPO8 definierten Funktionen als Wertebereich die reellen Zahlen, bei ordinaler bzw. nominaler Messung Werte aus einer beliebigen transitiven Symbolmenge bzw. aus $\{0, 1\}$), treten wegen der Frage der Quantifizierbarkeit²⁾ der Zielsetzungen (d. h. einer ausschließlich kardinalen Messung der Zielsetzungen) keine Schwierigkeiten auf.³⁾

KPO9: Zu ZP_i^k ($i = 1, 2, \dots, np$; $k = 1, 2, \dots, nz_i$) gibt es eine Funktion FZP_i^k , definiert auf einer Menge $RZP_i^k \subset X$, derart, daß für die Zielerreichung $ZP_i^k(\tau)$ eines zeitpunktbezogenen, teilperiodenbezogenen oder totalperiodenbezogenen Zieles ZP_i^k gilt:

$$ZP_i^k(\tau) = FZP_i^k(X_{ZP_i^k 1}^k(t), X_{ZP_i^k 2}^k(t), \dots, X_{ZP_i^k nz_i^k}^k(t))$$

$$(\tau \in J; t \in [0, T])$$

mit: $X_{ZP_i^k 1}^k \in RZP_i^k; X_{ZP_i^k 2}^k \in RZP_i^k; \dots;$

$$X_{ZP_i^k nz_i^k}^k \in RZP_i^k$$

RZP_i^k heißt Menge der für das Ziel ZP_i^k relevanten Größen, FZP_i^k heißt Zielerreichungsfunktion des Zieles ZP_i^k .

-
- 1) Zu Problemen der Messung von Zielerreichungsgraden vgl. Heinen, E. (1971b), S. 113 ff.; zu Problemen der Messung allgemein: Gäfgen, G. (1968), S. 144 ff.; Pfanzagl, J. (1962); Szyferski, N. (1962) und die jeweils dort angegebene Literatur.
 - 2) Zum Begriff der Quantifizierbarkeit vgl. die in vorausgehender Fußnote angegebene Literatur.
 - 3) Bei den folgenden Ausführungen wird explizit nur der Fall der kardinalen Messung der Zielerreichung behandelt. Eine Übertragung der Gedanken auf ordinale und nominale Messung der Zielerreichung ist jedoch ohne Schwierigkeiten möglich.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO9:

Es wird vorausgesetzt, daß die Zielerreichung $ZP_i^k(\tau)$ eines zeitpunkt-, teilperioden- oder totalperiodenbezogenen Zieles ZP_i^k des Organisationsmitgliedes P_i von den Ausprägungen gewisser Größen der technisch-physiologischen Größenmehrheit X allein abhängig ist. Die Größen, die hierbei eine Rolle spielen, werden in einer Menge RZP_i^k zusammengefaßt (Menge der für das Ziel ZP_i^k relevanten Größen) und als für die Zielsetzung ZP_i^k relevant bezeichnet. Wesentlich für die Auswahl der technisch-physiologischen Größenmehrheit X war gerade, daß X im Rahmen gewisser als zulässig erachteter Fehlergrenzen¹⁾ alle Phänomene erfaßt, die die Zielerreichung der Organisationsmitglieder bestimmen.²⁾

Der Zusammenhang zwischen der Zielerreichung $ZP_i^k(\tau)$ und den relevanten Größen aus der technisch-physiologischen Größenmehrheit wird durch eine Funktion FZP_i^k hergestellt, die die Zielerreichung je Zeitpunkt, Teilperiode bzw. Totalperiode in Abhängigkeit von den Ausprägungen der für ZP_i^k relevanten Größen je Zeitpunkt angibt.³⁾ Ist im einfachsten Fall die Zielsetzung mit einer technisch-physiologischen Größe identisch (z.B. Faktoroutput), so liegt als Zielerreichungsfunktion die identische Abbildung vor.

Im Anschluß an das Axiom KPO9 werden zur Vereinfachung der weiteren Darstellung folgende Definitionen gebildet:

1) Vgl. S. 12 Fn. 3.

2) Vgl. die Ausführungen zur Interpretation von KPO2, S. 48 ff. Voraussetzung für die Erfüllbarkeit dieser Forderung ist natürlich, daß als Ziele in KPO7 nur den Kombinationsprozeß betreffende Zielsetzungen zugelassen werden, nicht jedoch im privaten Bereich liegende Zielsetzungen (vgl. die Interpretation zu KPO7, S. 58 f.).

3) Bei den Funktionen FZP_i^k handelt es sich also wieder um Funktionen mit Funktionen als Variable, d.h. Funktionale (vgl. auch S. 56, Fn.2)

(D3) Definition: $RZP_i := \bigcup_{k=1}^{nz_i} RZP_i^k$ heißt Menge der für das Organisationsmitglied P_i zielrelevanten Größen.

(D4) Definition: $RZ := \bigcup_{i=1}^{np} RZP_i = \bigcup_{i=1}^{np} \bigcup_{k=1}^{nz_i} RZP_i^k$ heißt Menge der für die konstante Produktionsorganisation KPO zielrelevanten Größen.

KPO10: Zu $ZP_i = \{ ZP_i^1, ZP_i^2, \dots, ZP_i^{nz_i} \}$
gemäß KPO7 mit Zielerreichungsgraden $ZP_i^1(\tau), ZP_i^2(\tau), \dots, ZP_i^{nz_i}(\tau)$
gemäß KPO8 gibt es zwei Indexmengen $\{ j_1, j_2, \dots, j_{n_i} \}$ und $\{ j'_1, j'_2, \dots, j'_{n'_i} \}$ mit

$$\{ 1, 2, \dots, nz_i \} = \{ j_1, j_2, \dots, j_{n_i} \} \cup \{ j'_1, j'_2, \dots, j'_{n'_i} \}$$

eine Nutzenfunktion N_i mit

$$N_i = N_i(ZP_i^{j_1}(\tau), ZP_i^{j_2}(\tau), \dots, ZP_i^{j_{n_i}}(\tau))$$

und Anspruchsniveaus $ZA_i^{j'_1}(\tau), ZA_i^{j'_2}(\tau), \dots, ZA_i^{j'_{n'_i}}(\tau)$.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO10:

Die Angabe von Zielen, die ein Organisationsmitglied verfolgt, ist unvollständig, wenn nichts darüber ausgesagt wird, in welcher entscheidungsträgerbedingten Zielbeziehung diese Ziele stehen. Es wird also angenommen, daß für eine Teilmenge der Ziele einer Nutzenfunktion $N_i^{1)}$ angegeben werden kann, durch die die Ziele zum Zweck einer

1) Bei der Funktion N_i handelt es sich wieder um ein Funktional.

individuellen Entscheidungsfindung gleichnamig gemacht werden.

Für die restlichen Ziele gibt es im Zeitablauf bzw. je Teilperiode oder Totalperiode festliegende Anspruchsniveaus, deren Über- oder Unterschreitung bzw. Einhaltung ihres Wertes als Nebenbedingung bei der Maximierung der Nutzenfunktion beachtet werden muß. Dies entspricht der bereits bei der Interpretation von KPO7 aufgestellten Forderung, daß für alle Ziele Ausmaß und zeitlicher Bezug innerhalb "konstanter Produktionsorganisationen" nicht verändert werden (vgl. S.

Das Verhalten des Organisationsmitgliedes P_i kann also durch

$$N_i \rightarrow \text{Max!}$$

mit Nebenbedingungen

$$\begin{aligned} ZP_i^{j_1}(\tau) \gtrless ZA_i^{j_1}(\tau), \quad ZP_i^{j_2}(\tau) \gtrless ZA_i^{j_2}(\tau), \quad \dots, \\ ZP_i^{j_{n_i}}(\tau) \gtrless ZA_i^{j_{n_i}}(\tau) \quad (\tau \in J) \end{aligned}$$

beschrieben werden ($\gtrless$ soll symbolisieren, daß das Anspruchsniveau ZA überschritten, unterschritten oder eingehalten wird).

Selbstverständlich ist es in Spezialfällen zulässig, daß sämtliche Ziele in einer Nutzenfunktion aggregiert werden oder für sämtliche Ziele nur Anspruchsniveaus existieren.

Mit Hilfe von KPO9 und KPO10 kann folgender Satz bewiesen werden.

(S1) Satz: Zu N_i gemäß KPO10 gibt es eine Funktion $FN_i: RZP_i \rightarrow N_i$ mit:

$$N_i = FN_i(X_{i_1}(t), X_{i_2}(t), \dots, X_{i_{n_i}}(t))$$

wobei $X_{i_j} \in RZP_i$.

Beweis: Durch Einsetzen der Funktionen $FZP_i^{j_k}$ gemäß KPO9 in die Funktion N_i gemäß KPO10.

Satz (S1) besagt, daß das Ausmaß des Nutzens der Person P_i ausschließlich von den Ausprägungen der für P_i zielrelevanten technisch-physiologischen Größen (vgl. Definition (D2)) abhängig ist.

$$\text{KPO11: } V = \{ VP_1, VP_2, \dots, VP_{np} \}$$

$$\text{mit: } VP_i = \{ VP_i^1, VP_i^2, \dots, VP_i^{nv_i} \} \quad (i = 1, 2, \dots, np)$$

V heißt Vorgabegrößenmenge von KPO. VP_i heißt Vorgabegrößenmenge (Vorgabebereich) des Organisationsmitgliedes P_i . $VP_i^k \in VP_i$ heißt k -te Vorgabegröße des Organisationsmitgliedes P_i .

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO11:

Jedes Organisationsmitglied P_i muß bei der Verfolgung der ihm gemäß KPO7 zugeordneten Ziele gewisse Nebenbedingungen beachten, die in der Umwelt der Unternehmung ihre Ursachen besitzen oder die sich aus den Entscheidungen anderer Organisationsmitglieder ergeben. Diejenigen Größen, die diese Nebenbedingungen betreffen, sollen Vorgabegrößen genannt werden.¹⁾ Ist eine Vorgabegröße durch Entscheidungen anderer Organisationsmitglieder bedingt, so muß also der Wert der Größe, der für das entscheidende Organisationsmitglied Variable ist, vom Organisationsmitglied P_i , für das diese Größe Vorgabegröße ist, als Nebenbedingung eingehalten werden. Die Einhaltung der Entscheidung als Vorgabe wird dabei in der vorliegenden Untersuchung als

1) Sofern die Nebenbedingungen durch die Umwelt der Unternehmung gesetzt werden, würde der Begriff der "Umweltdaten" besser zutreffen. Da sich die folgenden Ausführungen jedoch auf diejenigen Nebenbedingungen konzentrieren, die innerorganisatorisch aus Entscheidungen anderer Organisationsmitglieder P_i ($j \neq i$) resultieren, wurde der Begriff der "Vorgaben" gewählt.

Merkmal "konstanter Produktionsorganisationen" vorausgesetzt; in der Realität bedeutet dies die Existenz einer hierarchischen Über- und Unterordnung bzw. das Vorhandensein entsprechender Machtbeziehungen.

Als Vorgabegrößen eines Organisationsmitgliedes P_i kommen dementsprechend im einzelnen in Frage:

- (a) Größen technisch-physiologischer Natur oder ökonomischer Natur, die durch die Umwelt bedingt sind und von der Unternehmung durch produktionstechnische Einflußnahme nicht verändert werden können (z. B. Wetterbedingungen, Absatzobergrenzen).
- (b) Größen technisch-physiologischer Natur oder ökonomischer Natur, über deren Ausprägungen von anderen Organisationsmitgliedern als Variable entschieden wird und die von P_i im Rahmen der übergeordneten Entscheidung eingehalten werden müssen (z. B. vorgeschriebene Arbeitsgeschwindigkeit, Budgetvorgaben).

In beiden Fällen ist es unerheblich, ob für die Vorgabegrößen von P_i bestimmte Werte als Nebenbedingung eingehalten werden müssen, oder ob Anspruchsniveaus vorgegeben werden, deren Unter- oder Überschreitung beachtet werden muß.¹⁾ Nicht zu den Vorgabegrößen sollen aber

1) In genauer, den Axiomen entsprechender Darstellung dürfte nur der Fall der Einhaltung einer Vorgabegröße zugelassen werden, da bei Entscheidungen, aus denen Vorgaben resultieren, stets nur ein bestimmter Verlauf einer Entscheidungsgröße zugelassen wird (vgl. KPO5, S. 7 und S. 8). Die Überschreitung eines Anspruchsniveaus einer Größe muß dann dadurch festgelegt werden, daß eine neue Entscheidungsgröße definiert wird, die bei Überschreitung des Anspruchsniveaus der alten Entscheidungsgröße den Wert 1, sonst den Wert 0 erhält. Eine Entscheidung für den einzuhaltenden Wert 1 der neuen Entscheidungsgröße als Vorgabe bedeutet dann eine Entscheidung bzw. Vorgabe für das Überschreiten des Anspruchsniveaus der alten Entscheidungsgröße. Analoges gilt, falls eine Unterschreitung eines Anspruchsniveaus gefordert wird.

Größen gezählt werden, deren Extremierung als Verhaltensvorschrift an P_i vorgegeben wird. Diese sind unter den Zielen von P_i zu subsumieren (vgl. KPO7, S. 57 ff.). Der Unterschied von Vorgabegrößen zu den Zielen eines Organisationsmitgliedes liegt gerade darin, daß für Ziele die Extremierungsvorschrift oder Anspruchsniveaus als Ergebnis einer Quasilösung des Zielkonfliktes als Kennzeichen "konstanter Produktionsorganisationen" vorliegen, während bei Vorgabegrößen Anspruchsniveaus erst durch Entscheidungen anderer Organisationsmitglieder (bzw. "Entscheidungen" der Umwelt) festgelegt werden. Über Zielsetzungen selbst kann hingegen im Rahmen "konstanter Produktionsorganisationen" nicht "entschieden" werden (vgl. Interpretation von KPO7, S. 58 ff.).

KPO12: Zu jeder Vorgabegröße VP_i^k eines Organisationsmitgliedes P_i ($i = 1, 2, \dots, np; k = 1, 2, \dots, nv_i$) gibt es eine Menge von Funktionen $VP_i^k(\tau)$, definiert auf einer Indexmenge J mit $\tau \in J$. Die Menge dieser Funktionen wird wiederum mit VP_i^k bezeichnet. Ist $J = [0, T]$, d.h. $\tau \in [0, T]$, so heißt VP_i^k zeitpunktbezogene Vorgabegröße. Ist $J = \{0, 1, 2, \dots, n_J\}$, heißt VP_i^k teilperiodenbezogene Vorgabegröße. Ist $J = \emptyset$, d.h. VP_i^k eine Menge von unindizierten Werten, heißt VP_i^k totalperiodenbezogene Vorgabegröße.

Es sei ${}^0VP_i^k(\tau)$ eine beliebige Funktion zu VP_i^k . Dann heißt ${}^0VP_i^k(\tau)$ eine Vorgabe zur Vorgabegröße VP_i^k . Je nach Indexmenge J wird wieder zwischen zeitpunkt-, teilperioden- und totalperiodenbezogenen Vorgaben unterschieden.

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO12:

Analog zur Korrespondenzregel zu KPO5 (vgl. S. 54 ff.) oder zu KPO8 (vgl. S. 59 ff.).

KPO13: Zu VP_i^k ($i = 1, 2, \dots, np$; $k = 1, 2, \dots, nv_i$) gibt es eine Funktion FVP_i^k , definiert auf einer Menge $RVP_i^k \subset X$, derart, daß für eine Vorgabe $VP_i^k(\tau)$ einer zeitpunkt-, teilperioden- oder totalperioden-bezogenen Vorgabegröße gilt:

$$VP_i^k(\tau) = FVP_i^k(X_{VP_{i_1}^k}(t), X_{VP_{i_2}^k}(t), \dots, X_{VP_{i_{nv_i}^k}^k}(t))$$

$$(\tau \in J; \quad t \in [0, T])$$

$$\text{mit: } X_{VP_{i_1}^k} \in RVP_i^k; \quad X_{VP_{i_2}^k} \in RVP_i^k; \dots;$$

$$X_{CP_{i_{nv_i}^k}^k} \in RVP_i^k.$$

RVP_i^k heißt Menge der für die Vorgabegröße VP_i^k relevanten Größen;
 FVP_i^k heißt Vorgabeerreichungsfunktion.¹⁾

Korrespondenzregel zur Interpretation von KPO13:

Analog zu KPO9 wird vorausgesetzt, daß der Wert einer beliebigen Vorgabegröße VP_i^k allein von den Ausprägungen gewisser Größen der technisch-physiologischen Größenmehrheit X abhängig ist. Die Größen, die hierbei eine Rolle spielen, werden in einer Menge RVP_i^k (Menge der vorgabenrelevanten Größen) zusammengefaßt. Die Funktion, die den Zusammenhang herstellt, wird analog zu KPO9 Vorgabeerreichungsfunktion genannt. Als wichtigste Vorgabeerreichungsfunktionen treten dabei analog zu KPO6 die identische Abbildung und die Integration auf (vgl. S. 56 Fußnoten 1 u. 2) Eine Vorgabe bedeutet damit analog zu einer Entscheidung das Festlegen von Bedingungen über die für sie relevanten technisch physiologischen Größen.

1) Bei den Funktionen FVP_i^k handelt es sich wieder um Funktionale.

Analog zu den Definitionen (D3) und (D4) werden folgende Definitionen gebildet.

(D5) Definition:
$$RVP_i := \sum_{k=1}^{nv_i} RVP_i^k \quad (i = 1, 2, \dots, np)$$

RVP_i heißt Menge der für P_i datenrelevanten Größen.

(D6) Definition:
$$RV := \sum_{i=1}^{np} RVP_i = \sum_{i=1}^{np} \sum_{k=1}^{nv_i} RVP_i^k$$

RV heißt Menge der für die konstante Produktionsorganisation KPO vorgaberelevanten Größen.

Ferner wird definiert:

(D7) Definition: $RP_i := RZP_i \cup RVP_i$ heißt Menge der für P_i relevanten Größen.

(D8) Definition: $RP := RZ \cup RV$ heißt Menge der für KPO relevanten Größen.

Bemerkung: Eine zu KPO10 analoge Forderung (Existenz fester Anspruchsniveaus) wird für die Vorgabegrößen nicht aufgestellt, da die Vorgabewerte, die den einzuhaltenden (bzw. zu überschreitenden oder zu unterschreitenden) Wert der Vorgabegröße festlegen, erst durch Entscheidungen der Organisationsmitglieder getroffen werden und damit kein unveränderliches Merkmal "konstanter Produktionsorganisationen" bilden.

Bemerkung: Mit Hilfe der Axiome KPO11-KPO13 gelingt es, den sukzessiven Charakter von Entscheidungen in Organisationen abzubilden. Außerdem wird es - wie im folgenden gezeigt wird - durch geeignete Definition unter zusätzlicher Verwendung der Axiome KPO5-KPO6 (Entscheidungsdezentralisation) möglich, in "konstanten Produktionsorganisationen" eine hierarchische Über- und Unterordnung zu erfassen.

Mit dem Axiom KPO13 ist der Begriff der "konstanten Produktionsorganisation" vollständig definiert. Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich darauf, durch geeignete Definitionen unter Zuhilfenahme der Axiome auf "konstanten Produktionsorganisationen" eine hierarchische Struktur festzulegen, um damit eine endgültige Grundlage für eine Produktionstheorie in Organisationen zu gewinnen.

Entsprechend der vorausgehend erläuterten Interpretation der Axiome erteilt ein Organisationsmitglied P_i einem Organisationsmitglied P_j genau dann eine Weisung¹⁾, wenn eine der Entscheidungsgrößen von P_i eine Vorgabegröße von P_j ist.

Entsprechend wird definiert:

(D9) Definition: Ein Organisationsmitglied P_i heißt gegenüber einem Organisationsmitglied P_j bezüglich der Größe G weisungsberechtigt, wenn G eine Entscheidungsgröße von P_i und eine Vorgabegröße von P_j ist. Es gilt also ein $k \in \{1, 2, \dots, n_{e_i}\}$ und $l \in \{1, 2, \dots, n_{v_j}\}$, so daß

$$G = EP_i^k = VP_j^l.$$

Die so definierte Beziehung wird mit $P_i \xrightarrow{G} P_j$ bzw. $P_i \xrightarrow{EP_i^k = VP_j^l} P_j$ symbolisiert.

Die gemäß (D9) definierte Relation hat aber, werden nur die Axiome KPO1-KPO13 als ihre Eigenschaft bestimmend betrachtet, einige für die weitere Untersuchung nicht brauchbare und auch empirisch wenig relevante Eigenschaften.

Es ist zunächst nicht ausgeschlossen, daß sowohl $P_i \xrightarrow{G} P_j$ als auch $P_j \xrightarrow{G} P_i$ gilt, die Relation $\xrightarrow{G}$ also nicht antisymmetrisch ist.

1) Die Indizierung erfolgt im folgenden stets so, daß der kleinere Index das übergeordnete Organisationsmitglied symbolisiert (also $P_i \rightarrow P_j$, $P_0 \rightarrow P_1$, $P_1 \rightarrow P_2$ u. s. w.).

Dies würde bedeuten, daß sich P_i und P_j gegenseitig verschiedene Vorgaben über die selbe Größe setzen können, was in der Realität beim Festlegen von Entscheidungsbefugnissen vermieden werden muß und in formaler Betrachtung zu unlösbaren Widersprüchen führt. Ferner ist nach der bisherigen Forderungen zulässig, daß $P_i \xrightarrow{G} P_j$ und $P_j \xrightarrow{G} P_i$ gilt, sich P_i und P_j also gegenseitig Vorgaben bezüglich verschiedener Größen setzen können. Dieser Fall kann zwar empirisch nicht ausgeschlossen werden, eine Begrenzung der weiteren Ausführungen auf Produktionsorganisationen, die derartige Beziehungen nicht beinhalten, erscheint jedoch aus empirischer Sicht als nicht zu einschränkend.¹⁾

Vom produktionstheoretischen Standpunkt ausgehend ist es zudem notwendig, derartige Fälle auszuschließen. Es wurde nämlich gefordert, das Verhalten der untergeordneten Organisationsmitglieder in der Produktionstheorie der übergeordneten Organisationsmitglieder zu berücksichtigen (vgl. S. 38 ff.). P_i müßte also im angegebenen Fall das Verhalten von P_j in seine Produktionstheorie einbeziehen. Da aber P_j seinerseits das Verhalten von P_i in seiner Produktionstheorie und damit auch bei seinen Handlungen - d.h. seinem Verhalten - berücksichtigen muß, müßte P_i sein eigenes Verhalten in seine Produktionstheorie integrieren. Dies führt aber - wie der Argumentation Kilgers folgend gezeigt wurde (vgl. S. 32 ff.) - zu logischen Widersprüchen und erweist sich damit als mit dem angegebenen Grundkonzept nicht behandelbar (vgl. S. 27 ff.).²⁾ Aus analogen Gründen ist es notwendig,

1) Vgl. z.B. Hax, H. (1965), S. 69 f.

2) Eine dem angegebenen Fall ähnliche, aber streng von ihm zu unterscheidende Situation liegt vor, wenn in zeitlicher Abfolge zunächst P_i eine Weisung an P_j erteilt und sodann P_i eine Weisung an P_i (z.B. Feedback-Informationen mit bindendem Charakter). Es liegt dann eine im Zeitablauf wechselnde Weisungsbefugnis vor, d.h. Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche verändern sich im Zeitablauf. Damit ist aber der Rahmen "konstanter Produktionsorganisationen" gesprengt. Es liegt eine "variable Produktionsorganisation" vor. Die hierbei entstehenden Probleme werden auf S. 209 ff. untersucht.

zyklische Weisungsstrukturen ($P_1 \xrightarrow{G_1} P_2 \xrightarrow{G_2} \dots \xrightarrow{G_m} P_m = P_1$) aus der Untersuchung auszuschließen.

In der folgenden Definition (D10) einer "konstanten Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsbefugnis" werden über die vorausgehend behandelten Fälle hinausgehend alle Fälle ausgeschlossen, in denen ein Organisationsmitglied P_j von mehreren Organisationsmitgliedern P_i Weisungen erhält. Berücksichtigt werden also nur Einliniensysteme.¹⁾ Dies entspricht dem Grundsatz der einheitlichen Auftragserteilung²⁾ und umfaßt somit eine auch empirisch bedeutende Organisationsstruktur. Auch Stab-Liniensysteme können hierbei, sofern den Stäben keine eigene Entscheidungsbefugnis zukommt, mit Hilfe der abstrahierenden Annahme, die Stäbe würden mit den ihnen zugeordneten Linienpositionen zu jeweils einem Organisationsmitglied verschmelzen³⁾, berücksichtigt werden.⁴⁾ Ausgeschlossen bleiben aber Mehrliniensysteme. Obwohl diesen eine gewisse empirische Relevanz zukommt,⁵⁾ ist dies aus Gründen der Vereinfachung der weiteren Vor-

1) Vgl. hierzu und zu den folgenden Ausführungen z.B. Bleicher, K. (1966), S. 134 ff.; Chmelik, G./Kappler, E. (1975), S. 182 ff.; Hax, K. (1965), S. 70 ff.

2) Vgl. Fayol, H. (1929).

3) Damit wird ein Weg zu einer weitergehenden Interpretation "konstanter Produktionsorganisationen" aufgezeigt: Als Elemente der Menge P gemäß KPO1 werden hierbei nicht nur einzelne Organisationsmitglieder, sondern auch Gruppen oder noch umfassendere Einheiten von Organisationsmitgliedern zugelassen. Dementsprechend werden auch den Gruppen Entscheidungsbereiche, Ziele und Vorgabebereiche zugeordnet. Auf Einzelheiten dieser Möglichkeit wird aber nicht mehr eingegangen.

4) Die Stäben zukommende Expertenmacht kann dabei dadurch berücksichtigt werden, daß die Zielsetzung des Organisationsmitgliedes in der Linie entsprechend den Zielsetzungen der Experten im Stab variiert wird (vgl. die vorangehende Fußnote). Damit sind auch diejenigen Fälle erfaßbar, in denen die Entscheidungsbefugnis mehr oder weniger von der Linie auf die Stäbe übergeht (vgl. z.B. Irle, M. (1971)).

5) Vgl. das Funktionsmeistersystem F.W. Taylors. (Taylor, F.W. (1919)). Die Möglichkeit der Durchführung des Funktionssystems wird zwar gelegentlich in der Literatur bestritten (vgl. z.B. Chmelik, G./Kappler, E. (1975), S. 183); im Konzept der Matrix-Organisation erfährt der Grundgedanke allerdings in jüngerer Zeit wieder zunehmende Beachtung.

gehensweise notwendig. Bei Mehrliniensystemen muß nämlich in der Produktionstheorie eines Organisationsmitgliedes P_i nicht nur das Verhalten eines untergeordneten Organisationsmitgliedes P_j , sondern auch das Verhalten der auf gleicher Ebene stehenden Organisationsmitglieder P_i , die P_j ebenfalls Weisungen erteilen, berücksichtigt werden, um zu einem eindeutigen Zusammenhang zwischen Input und Output zu gelangen. Die Zusammenhänge werden damit erheblich komplexer und ihre Berücksichtigung ist sinnvollerweise erst in einem zweiten Schritt nach der Behandlung der Probleme bei Einliniensystemen möglich.¹⁾

Entsprechend den vorausgehenden Ausführungen wird eine "konstante Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsbefugnis" wie folgt definiert:

(D10) Definition: Eine konstante Produktionsorganisation KPO heißt konstante Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsbefugnis KPOeW, wenn gilt:

KPOeW1: Es gibt Organisationsmitglieder $P_{i_1}^o, P_{i_2}^o, \dots, P_{i_{n_o}}^o$, derart, daß $P_h \xrightarrow{G} P_{i_1}^o$ für kein Organisationsmitglied P_h und keine Entscheidungs- bzw. Vorgabegröße G gilt. Die Menge dieser Organisationsmitglieder heißt Organisationsführung oder Organisationsspitze.

KPOeW2: Es gibt Organisationsmitglieder $P_{i_1}^u, P_{i_2}^u, \dots, P_{i_{n_u}}^u$, derart, daß $P_{i_1} \xrightarrow{G} P_i$ für kein Organisationsmitglied P_i^2 und keine Entscheidungs- bzw. Vorgabegröße G gilt. Diese Organisationsmitglieder heißen Mitglieder der untersten Organisationsebene (Hierarchieebene).

1) Eine explizite Behandlung der produktionstheoretischen Probleme in Mehrliniensystemen wird im Fortgang der Arbeit nicht durchgeführt. Es werden nur die Grundgedanken zur Erfassung dieser Probleme in entsprechenden Hinweisen dargestellt (vgl. S. 114).

KPOeW3: Zu P_i , das nicht KPOeW2 erfüllt (also auch zu P_j gemäß KPOeW1), gibt es Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_1}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i$, so daß gilt:

(a) Für $P_h \xrightarrow{G} P_{j_1}^i$ für beliebiges G gilt:

$$P_h = P_i$$

$$(b) EP_i = E \cup \bigcup_{l=1}^{n_i} VP_{j_l}^i$$

(wobei: EP_i = Entscheidungsgrößenmenge (Entscheidungsbereich) von P_i)

$$VP_{j_l}^i = \text{Vorgabegrößenmengen der Organisationsmitglieder } P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_1}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i)$$

Ein Organisationsmitglied P_i , das KPOeW3 erfüllt, heißt weisungsbe-rechtigt gegenüber $P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i$ (abgekürzt: $P_i \rightarrow P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i$).

In Definition (D9) wird ein gegenseitiges Setzen von Vorgaben bezüglich der gleichen bzw. bezüglich unterschiedlicher Größen sowie die Mög-lichkeit des Mehrliniensystems durch die Forderungen KPOeW1 und KPOeW2 in Verbindung mit KPOeW3 (a) ausgeschlossen. Jedes Orga-nisationsmitglied P_j besitzt höchstens ein übergeordnetes Organisations-mitglied P_i , von dem es alle Weisungen erhält. Mitglieder der Orga-nisationsspitze beziehen keine Weisungen von anderen Organisationsmit-gliedern.¹⁾ Mitglieder der untersten Organisationshierarchie können

1) Die Mitglieder der Organisationsspitze müssen demnach nur Vorgaben aus der Umwelt beachten.

keinem anderen Organisationsmitglied Weisungen erteilen.¹⁾ Es ist zugelassen, daß ein Organisationsmitglied mehrere Untergebene besitzt. Dabei wird berücksichtigt, daß die Entscheidungsgrößen EP_i^k eines übergeordneten Organisationsmitgliedes P_i vollständig bei geeigneter Aufteilung an die P_i untergeordneten Organisationsmitglieder P_j als Vorgaben weitergegeben werden (KPOeW3).

Zur Verdeutlichung der Zusammenhänge zwischen Entscheidungsbe-
reichen und Vorgabebereichen in konstanten Produktionsorganisationen
mit einheitlicher Weisungsbefugnis dient Abb. 4

2.2.2. Elemente der Produktionstheorie in "konstanten Produktions- organisationen"

Im vorausgehenden Abschnitt wurden "konstante Produktionsorganisationen" im wesentlichen durch eine bestimmte Personenmehrheit charakterisiert, deren Mitglieder unter Verfolgung bestimmter Zielsetzungen über bestimmte Größen entscheiden. Dabei müssen als Nebenbedingungen Werte von Vorgabegrößen, die durch die Umwelt oder durch Entscheidungen anderer Organisationsmitglieder festgelegt werden, eingehalten werden.

1) Es sei darauf hingewiesen, daß die Unterscheidung zwischen Mitgliedern der Organisationsspitze und solchen der untersten Organisationshierarchie nicht mit der Unterscheidung von dispositiver und objektbezogener Arbeit zusammenfällt. Die Mitglieder der untersten Organisationshierarchie können sehr wohl einen Entscheidungsspielraum besitzen, nur sind sie gegenüber niemandem weisungsberechtigt. Umgekehrt kann auch der Fall eintreten, daß die Organisationsspitze am Kombinationsprozeß ausführend beteiligt ist.

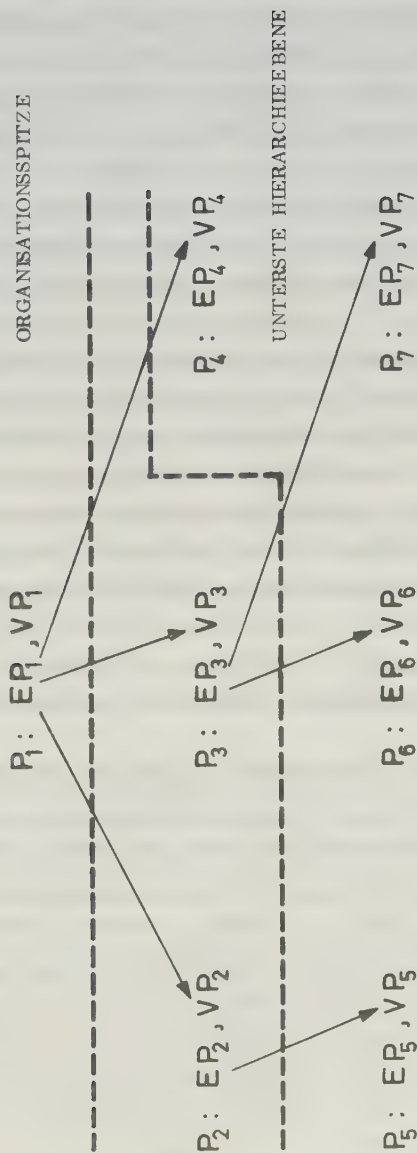


Abb. 4: Zusammenhang zwischen Entscheidungsbereichen und Vorgabebereichen in "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbeziehung"

Jedes Organisationsmitglied P_i einer "konstanten Produktionsorganisation" befindet sich also entsprechend seiner Entscheidungsgrößen, seiner Zielsetzungen und Vorgabegrößen in einer jeweils eigenen Planungssituation. Daraus ergibt sich - wie schon ausgeführt (vgl. S. 37 ff.) - die Forderung nach einer für P_i eigenen Teil-Produktionstheorie, die der Planungssituation von P_i gerecht wird. Im folgenden wird untersucht, welche Elemente diese Teiltheorie als Input- und Outputgrößen enthalten muß.

Ein Organisationsmitglied P_i , dessen Entscheidungsbereich nicht leer ist, kann über die in diesem Bereich liegenden Entscheidungsgrößen (Entscheidungsvariablen) EP_i^k Entscheidungen treffen, d. h. die Werte der Entscheidungsgrößen je Zeitpunkt, Teilperiode bzw. Totalperiode angeben. Soll diese Entscheidung im Hinblick auf eine befriedigende bzw. optimale Zielerreichung getroffen werden¹⁾, müssen je Festsetzung der Werte der Entscheidungsvariablen von P_i die Konsequenzen bezüglich der Zielerfüllung von P_i bekannt sein. Eine Teil-Produktionstheorie, die als Grundlage der Produktionsplanung von P_i tauglich ist, muß also zunächst zur Ableitung des Zusammenhanges zwischen den Ausprägungen der Entscheidungsgrößen von P_i als unabhängigen Variablen (Inputvariablen)²⁾ und den Zielerreichungs-

1) Vgl. die Begriffsbestimmung von Planung als zielgerichteter Entscheidung (S. 34 f.).

2) Die Begriffe Input und Output werden in der Betriebswirtschaftslehre in zwei verschiedenen Bedeutungen verwendet. Einmal wird hiermit eine dem Kombinationsprozeß entsprechende Aufteilung der Güter in solche, die im Kombinationsprozeß untergehen (Inputgüter oder Input) und solche, die hierbei entstehen (Outputgüter oder Output) ausgedrückt. Diese Betrachtung entspricht der üblichen Auffassung in der Produktionstheorie (vgl. die auf S. 1 Fußnote 1 angeführte Literatur und die bisherige Verwendung dieser Begriffe). Zum anderen werden in der Systemtheorie unter den Inputvariablen bzw. dem Input unabhängige Variable verstanden, unter den Outputvariablen bzw. dem Output abhängige Variable (vgl. z. B. Mirow, H. M. (1969), S. 21; Schiemenz, B. (1972), S. 46 ff.; Zadeh, L. A. (1964), S. 39 ff.). Da sich die Ausführungen der vorliegenden Arbeit stark an systemtheoretischen Gedanken orientieren (vgl. insbes. S. 84 ff.), wird im folgenden von dieser Begriffsbestimmung Gebrauch gemacht. Ähnlich geht im Bereich der Produktionstheorie auch Stöppler vor (vgl. Stöppler, S. (1975), S. 26 ff.).

graden von P_i als abhängigen Variablen (Outputvariablen) geeignet sein.

Bei der Entscheidung müssen aber auch die Nebenbedingungen, die den Vorgabegrößen von P_i entsprechen, beachtet werden. Diese spielen dabei eine doppelte Rolle: Vorgaben treten zum einen als unmittelbare Beschränkungen des Handlungsspielraumes von P_i auf (z.B. Witterungsbedingung als Vorgabe aus der Umwelt der Organisation; dem Arbeiter vorgeschriebene einzuhaltende Intensität einer Maschine als innerorganisatorische Vorgabe). Der Wert der Vorgabegröße beeinflusst dabei ebenso wie eine der Entscheidungsvariablen von P_i als unabhängige Inputvariable die Zielerreichung von P_i .

Zum anderen treten Vorgabegrößen in einer Form auf, in der sie den Handlungsspielraum bzw. die Zielerreichung von P_i nur mittelbar beeinflussen. Vorgabegrößen dieser Art betreffen nicht die Handlungen von P_i selbst, sondern die Konsequenzen dieser Handlungen. P_i muß so entscheiden, daß die Konsequenz seiner Entscheidung die Erfüllung der Vorgaben bedeutet (z.B. Vorgaben über Abgashöchstmengen bzw. zu erstellende Stückzahl als Umweltvorgabe bzw. innerorganisatorische Vorgabe an einen Werkstellenleiter, der das anzuwendende Produktionsverfahren so wählen muß, daß diese Vorgaben erfüllt werden). Vorgabegrößen dieser Art müssen also wie abhängige Outputvariable behandelt werden.

Entsprechend der vorgenommenen Unterscheidung kann die Menge der Vorgabegrößen VP_i von P_i in zwei Kategorien aufgespalten werden: Die erste Teilmenge IVP_i umfaßt diejenigen Vorgaben, die als unabhängige Inputvariablen die Zielerreichung von P_i unmittelbar beeinflussen (Inputvorgabegrößen). Die zweite Teilmenge OVP_i enthält die Vorgabegrößen, deren einzuhaltender Wert sich als abhängige Konsequenz der Entscheidungen von P_i ergibt, die also als abhängige Outputvariable die Zielerreichung von P_i nur mittelbar beeinflussen (Outputvorgabegrößen). Selbstverständlich gilt: $IVP_i \cup OVP_i = VP_i$ und $IVP_i \cap OVP_i = \emptyset$ ($i=1, 2, \dots, np$).

Eine Teil-Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung des Organisationsmitgliedes P_i muß also in Zusammenfassung der vorausgehenden Überlegungen zur Ableitung des Zusammenhanges zwischen den Entscheidungen von P_i und den Ausprägungen der Inputvorgabegrößen von P_i als unabhängigen Variablen (Inputvariablen) und den Zielerreichungsgraden und den Ausprägungen der Outputvorgabegrößen von P_i als abhängigen Variablen (Outputvariablen) fähig sein. Abb. 5 veranschaulicht diesen Zusammenhang.

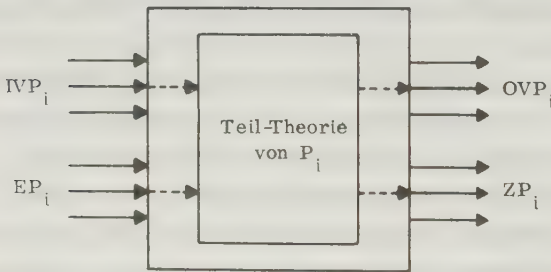


Abb. 5 Input- und Outputvariable der Produktionsplanung von P_i ;
Aufgabe der Teil-Produktionstheorie von P_i

Die oben dargestellte Unterscheidung von Inputvorgabegrößen und Outputvorgabegrößen würde bei Anwendung in der gezeigten Form im Fortgang der Arbeit eine erhebliche Ausweitung der formalen Darstellung bedingen.¹⁾

1) Dies trifft insbesondere dann zu, wenn Weisungsstrukturen betrachtet werden: Entscheidungsbereich und ein in Inputvorgabegrößen und Outputvorgabegrößen aufgespaltener Vorgabebereich eines übergeordneten Organisationsmitgliedes P_i müssen dann erneut in je zwei Teilmengen zerlegt werden, je nachdem, ob die Entscheidungen bzw. Input- oder Outputvorgabegrößen von P_i als Input- bzw. Outputvorgabegrößen des untergeordneten Organisationsmitgliedes P_j auftreten.

Dies kann bei unverändertem sachlichem Inhalt vermieden werden, wenn von folgender zwei Punkte umfassender Konvention Gebrauch gemacht wird:

a) Als Entscheidungsbereich eines Organisationsmitgliedes P_i werden nach dieser Konvention in Abänderung der ursprünglichen Interpretation von KPO4 die Vereinigung der Mengen der Entscheidungsgrößen von P_i alter Interpretation und der Inputvorgabegrößen von P_i definiert. Es gilt also:

$$EP_i(\text{neu}) = EP_i(\text{alt}) \cup IVP_i.$$

Eine Entscheidungsgröße von P_i ist nach dieser Konvention also eine Entscheidungsgröße alter Interpretation oder eine Inputvorgabegröße. Damit wird gedanklich davon ausgegangen, daß P_i über den Wert einer Inputvorgabegröße erneut "entscheidet", obwohl der Wert der Inputvorgabegröße bereits durch Umweltgegebenheiten oder innerorganisatorische Vorgabe festliegt.

b) Daß bei der "Entscheidung" von P_i über eine Inputvorgabegröße von P_i der bereits feststehende Wert der Inputvorgabe erneut gewählt wird, wird formal dadurch sichergestellt, daß besagte Inputvorgabegröße nun ebenfalls als Outputvorgabegröße aufgefaßt wird. Es gilt also:

$$OVP_i(\text{neu}) = OVP_i(\text{alt}) \cup IVP_i.$$

Die Inputvorgabegröße tritt also in der beschriebenen Konvention als "Entscheidungsgröße" und Outputvorgabegröße auf. P_i muß folglich über die Inputvorgabegröße als Entscheidungsgröße so "entscheiden", daß der Wert der Inputvorgabegröße als Outputvorgabegröße eingehalten wird, d.h. P_i muß den bereits feststehenden Wert bestätigen.¹⁾

1) Diese Betrachtung sei nochmals am Beispiel einer Witterungsbedingung als Inputvorgabegröße demonstriert. Die Witterungsbedingung wird dabei als Entscheidungsgröße von P_i aufgefaßt, obwohl sie tatsächlich von der Umwelt bestimmt wird. Da aber die Witterungsbedingung gemäß Konvention auch als Outputvorgabegröße verstanden wird, muß P_i bei seiner "Entscheidung" über die Witterung so entscheiden, daß der Wert der Outputvorgabegröße "Witterung" eingehalten wird, d.h., P_i "entscheidet" so, wie die Witterungsbedingung aus der Umwelt vorliegt.

Mit Hilfe der dargestellten Konvention - von der im Fortgang der Arbeit stets Gebrauch gemacht wird - kann in den formalen Ausführungen auf die Unterscheidung von Inputvorgabegrößen und Outputvorgabegrößen verzichtet werden.¹⁾ Es treten nur noch Outputvorgabegrößen auf, die zur sprachlichen Vereinfachung wieder mit "Vorgabegrößen" bezeichnet werden. Eine Teil-Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung eines Organisationsmitgliedes P_i muß dann zur Ableitung des Zusammenhanges zwischen den Entscheidungen von P_i als unabhängigen Variablen (Inputvariablen) und den Zielerreichungsgraden und den Ausprägungen der Vorgabegrößen von P_i als abhängigen Variablen (Outputvariablen) geeignet sein. Abb. 6 zeigt diesen Zusammenhang.

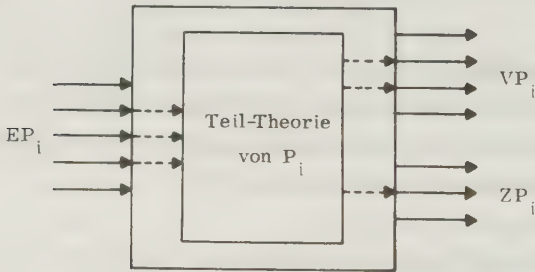


Abb. 6 Input- und Outputvariable der Produktionsplanung von P_i bei Anwendung der Konvention; Aufgabe der Teil-Produktionstheorie von P_i

1) Aus inhaltlicher Sicht muß aber die Unterscheidung nach wie vor durchgeführt werden, um eine sachentsprechende Behandlung der Vorgabegrößen als unabhängige oder abhängige Variable in den Teil-Produktionstheorien der P_i gewährleisten zu können.

Aufgabenstellung der Produktionstheorie ist nach einheitlicher Auffassung in der Literatur die Analyse von Mengenbeziehungen (vgl. S. 1 f.). Eine Teil-Produktionstheorie eines Organisationsmitgliedes P_i muß sich folglich nach dieser Auffassung auf die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen den Größen der technisch-physiologischen Größenmehrheit X , bei denen es sich ausschließlich um unbewertete Mengengrößen handelt (vgl. KPO2, S. 48) beschränken. Hierbei genügt es entsprechend den vorausgehenden Ausführungen, diejenigen technisch-physiologischen Größen zu berücksichtigen, die mit den Entscheidungsgrößen, den Zielgrößen und den Vorgabegrößen von P_i in Zusammenhang stehen. Es sind dies gemäß den Axiomen KPO6, KPO9 und KPO13 bzw. Definitionen (D2), (D3) und (D5) die die Entscheidungsgrößen von P_i definierenden technisch-physiologischen Größen (Elemente der Menge REP_i), die für P_i zielrelevanten Größen (Elemente der Menge RZP_i) und die für P_i vorgaberelevanten Größen (Elemente der Menge RVP_i). Der Zusammenhang zwischen den Ausprägungen dieser Größen und den Entscheidungen, Zielerreichungsgraden und Vorgaben wird dabei gemäß KPO6, KPO9 und KPO13 durch die Definitionsfunktionen FEP_i^k ($k = 1, 2, \dots, ne_i$), durch die Zielerreichungsfunktionen FZP_i^k ($k = 1, 2, \dots, nz_i$) und durch die Vorgabeerreichungsfunktionen FVP_i^k ($k = 1, 2, \dots, nv_i$) hergestellt.

Abb. 7 zeigt den beschriebenen Zusammenhang.

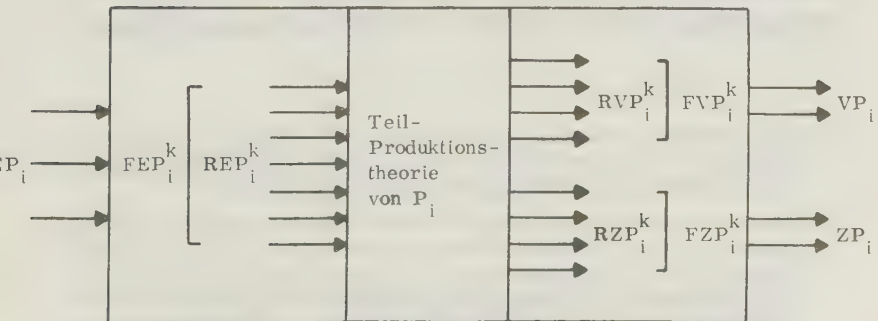


Abb. 7: Input- und Outputvariable der Produktionsplanung von P_i ; Zusammenhang mit den technisch-physiologischen Größen

Soll entsprechend den obigen Ausführungen die Produktionstheorie des Organisationsmitgliedes P_i auf die Analyse des Zusammenhanges zwischen den Ausprägungen der Größen aus REP_i^k als unabhängigen Variablen und den Ausprägungen der Größen aus RVP_i^k und RZP_i^k als abhängigen Variablen beschränkt bleiben, so tritt hierbei folgende Schwierigkeit auf: Zwar können den Ausprägungen der Größen aus RVP_i^k und der Größen aus RZP_i^k mit Hilfe der Funktionen FVP_i^k bzw. FZP_i^k eindeutige Werte der Vorgabegrößen bzw. eindeutige Zielerreichungsgrade zugeordnet werden, doch ist es nicht immer möglich, einer bestimmten Entscheidung über die Entscheidungsgrößen $EP_i^k \in EP_i$ eine bestimmte Ausprägung der sie definierenden Größen aus REP_i^k zuzuordnen.¹⁾

Der Übergang von den Entscheidungsgrößen von P_i zu den Ausprägungen der technisch-physiologischen Größen gelingt also nicht immer eindeutig.²⁾

Sollen aber die die Entscheidungsgrößen definierenden technisch-physiologischen Größen zu Inputgrößen einer zur Produktionsplanung tauglichen Teil-Produktionstheorie des Organisationsmitgliedes P_i gewählt werden, so müßte dieser Zusammenhang eindeutig bestehen. Dies ist aber nur dann der Fall, wenn als Entscheidungsgrößen EP_i^k von P_i nur noch Größen technisch-physiologischer Art zugelassen werden. Entscheiden bedeutet dann das endgültige Festlegen des Verlaufes einer technisch-physiologischen Größe.³⁾ Der Entscheidungsprozeß kann zwar auch in diesem Fall noch dezentral und sukzessiv ablaufen (unterschiedliche Organisationsmitglieder entscheiden zeitlich nacheinander über unterschiedliche technisch-physiologische Größen),

-
- 1) Eine eindeutige Zuordnung mit Hilfe der Funktionen FEP_i^k ist nur in der umgekehrten Richtung von den Ausprägungen der technisch-physiologischen Größen zu den Entscheidungsgrößen möglich (vgl. KPO6).
 - 2) Dies ist eine Konsequenz des sukzessiven Charakters des Entscheidungsprozesses in Organisationen. Eine Entscheidung eines Organisationsmitgliedes höherer Organisationsstufe determiniert die technisch-physiologischen Größen nicht endgültig, sondern legt nur Bedingungen für ihre Ausprägungen fest (z.B. Budgetentscheidungen, vgl. auch die Korrespondenzregel zu KPO4, KPO5 und KPO6).
 - 3) Die Funktion FEP_i^k ist in diesem Fall die eine eindeutige Beziehung herstellende identische Abbildung (vgl. auch S. 56, Fußnote 1)

doch werden wesentliche Möglichkeiten realer sukzessiver Entscheidungsprozesse, die auch in der Axiomatik "konstanter Produktionsorganisationen" berücksichtigt werden, ausgeschlossen (z.B. totalperioden- und teilperiodenbezogene Entscheidungen wie Budgetentscheidungen oder Produktmengen je Periode oder Teilperiode (vgl. Korrespondenzregel zu KPO4, KPO5 und KPO6)). Die Beschränkung der Produktionstheorie auf die Analyse von Mengenbeziehungen erzwingt also die Einschränkung ihres Anwendungsbereiches. Aus diesem Grund wird in der vorliegenden Arbeit die Aufgabenstellung einer Produktionstheorie als Grundlage der Produktionsplanung eines Organisationsmitgliedes in einem die herkömmliche Auffassung sprengenden Rahmen gesehen: Während auf der Outputseite als abhängige Variable grundsätzlich nur technisch-physiologische Größen zugelassen werden (die Zuordnung zu den Ausprägungen der Vorgabegrößen und Zielgrößen gelingt hier mit Hilfe der Funktionen FVP_i^k und FZP_i^k ohne Schwierigkeiten), sollen auf der Inputseite als unabhängige Variable auch Entscheidungsgrößen nicht technisch-physiologischer Natur betrachtet werden.¹⁾ Abb. 8 zeigt den so bestimmten Aufgabenbereich einer Teil-Produktionstheorie eines Organisationsmitgliedes P_i und die entsprechenden Input-Outputgrößen im Zusammenhang mit der Produktionsplanung von P_i .

1) Die herkömmliche Produktionstheorie tritt dann bei Beschränkung auf technisch-physiologische Entscheidungsgrößen als Spezialfall des erläuterten Vorschlages auf.

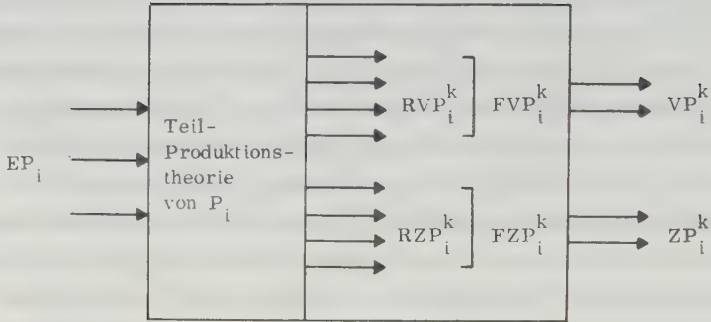


Abb. 8 Input- und Outputvariable der Teil-Produktionstheorie von P_i ; Zusammenhang mit den Input- und Outputvariablen der Produktionsplanung von P_i

Dementsprechend wird definiert:

(D11) Definition: Ein Funktional F_i heißt Produktionsfunktion zur Teil-Produktionstheorie des Organisationsmitgliedes P_i , wenn F_i eine Abbildung von EP_i als Definitionsbereich nach RP_i (Menge der für P_i relevanten Größen als Vereinigung der für P_i vorgabe- und zielrelevanten Größen, vgl. (D7), S. 68) als Wertebereich ist.

Es ist also:

$$(RVP_i(t), RZP_i(t)) = F_i (EP_i^1(\tau_i^1), EP_i^2(\tau_i^2), \dots, EP_i^{ne_i}(\tau_i^{ne_i}))$$

$$\text{mit: } t \in [0, T]; \tau_i^k \in J_i^k,$$

wobei:

$RVP_i(t)$ = Vektor der Ausprägungen der für P_i vorgaberelevanten Größen

$RZP_i(t)$ = Vektor der Ausprägungen der für P_i zielrelevanten Größen

$EP_i^k(\tau_i^k)$ = k-te zeitpunkt-, teilperioden- bzw. totalperiodenbezogene Entscheidung des Organisationsmitgliedes P_i (je nach Indexmenge J_i^k).

Bemerkung: Das Funktional F_i ordnet den zeitpunkt-, teilperioden- bzw. totalperiodenbezogenen Entscheidungen des Organisationsmitgliedes P_i den hieraus resultierenden Verlauf der für P_i vorgebe- bzw. zielrelevanten technisch-physiologischen Größen im Intervall $[0, T]$ zu. Damit kann der Zusammenhang zwischen den Entscheidungen und den Werten der technisch-physiologischen Größen dynamisch erfaßt werden.

Durch die Definition (D11) ist nur ein formaler Rahmen bezüglich der Elemente der Teiltheorien der Organisationsmitglieder und ihrer funktionalen Zuordnung gespannt. Dieser Rahmen muß weiter konkretisiert werden. Im einzelnen sind hierbei folgende Fragestellungen zu bearbeiten:

(a) Welche Bedingungen mit empirischem Geltungsanspruch können an die einzelnen Produktionsfunktionen F_i gestellt werden? Bei axiomatischer Vorgehensweise sind also Grundannahmen über die Gestalt der Produktionsfunktionen F_i zu setzen, aus denen weitere Konsequenzen gezogen werden (z.B. Grundannahmen über Substitutionalität oder Limitationalität der Faktoren).

(b) Aufbauend auf die Fragestellung (a) kann versucht werden, in konkreten Produktionsbetrieben die Produktionsfunktionen F_i für die Organisationsmitglieder P_i empirisch zu ermitteln und dadurch die empirische Geltung der in (a) vorgeschlagenen Axiome zu überprüfen.

(c) Sowohl im Fall (a) als auch im Fall (b) können ausgehend von den Grundannahmen bzw. den empirisch ermittelten Kurvenverläufen Lösungsalgorithmen entwickelt werden, die unter Zugrundelegung gewisser Zielsetzungen und unter Beachtung der durch die Vorgabegrößen gegebenen Nebenbedingungen zu einer befriedigenden bzw. optimalen Wahl der jeweiligen Entscheidungsvariablen führen.

(d) Die bisherigen Fragestellungen beziehen sich isoliert auf die einzelnen Produktionsfunktionen F_i der Organisationsmitglieder P_i . Es ist zu untersuchen, in welchem inneren Zusammenhang diese einzelnen Produktionsfunktionen stehen. Gesucht ist also eine sog. Konsistenzbedingung, die diesen Zusammenhang beschreibt.

Die Aufgabenstellung (a) führt in das Gebiet der bisherigen produktionstheoretischen Ansätze zurück, sofern von der dort vorliegenden Vernachlässigung organisationaler Phänomene abgesehen wird (vgl. S. 16 ff.). Es müßten die dort gesetzten Prämissen bezüglich ihrer Übertragbarkeit auf die vorliegende Situation überprüft werden. Diese Überprüfung ist jedoch eng mit der Fragestellung (b) verbunden. Solange keine empirische Forschung betrieben wird, hängt die Beurteilung einzelner Prämissen von der Einschätzung und Erfahrung des Forschers ab. Es kann zu Fehlbehauptungen kommen, deren Problematik erst spät erkannt wird (vgl. etwa die Diskussion um das Ertragsgesetz¹⁾). Es soll deshalb im Rahmen der vorliegenden Arbeit davon abgesehen werden, an die Produktionsfunktionen F_i spezielle Forderungen zu stellen, die einen empirischen Allgemeinheitsanspruch erheben. Vielmehr werden spezielle Produktionsfunktionen F_i in einem später dargestellten Modellbeispiel verwendet (vgl. S. 115 ff.).

Die Aufgabenstellung (c) entspricht der Problemstellung der Operations-Research-Literatur zur Produktionsplanung. Wesentlich ist jedoch wieder, von welchen Grundannahmen bezüglich der Produktionsfunktionen F_i ausgegangen wird (z.B. lineare oder nichtlineare Zusammenhänge). Da hierzu in der vorliegenden Arbeit keine Aussagen getroffen werden, können derartige Probleme nicht bearbeitet werden. Hierzu wird wieder auf den Modellfall verwiesen.

1) Vgl. hierzu die auf S. 18 Fußnote 1 angegebene Literatur.

Völlig neuartig und erst durch die Berücksichtigung organisationaler Phänomene bedingt ist die Fragestellung (d). In den herkömmlichen Produktionstheorien wurde nur eine Produktionsfunktion je Unternehmung betrachtet. Folglich mußte der innere Zusammenhang personenbezogener Produktionsfunktionen nicht untersucht werden. Im vorliegenden Fall können die einzelnen Produktionsfunktionen aber nicht unabhängig voneinander gesehen werden. Sie beziehen sich auf den selben technischen Apparat der Organisation, wenn auch unter verschiedenem Blickwinkel und verschiedener Aufgabenstellung. Ist die Vorschrift - d.h. eine Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i - bekannt, die den sich hieraus ergebenden Zusammenhang beschreibt, so kann sie unter Umständen dazu beitragen, aus gewissen bekannten Produktionsfunktionen einiger Organisationsmitglieder noch unbekannte Produktionsfunktionen anderer Organisationsmitglieder rein logisch abzuleiten. Die Fragestellung (d) besitzt damit auch für die vorausgehenden Fragestellungen die entscheidende Bedeutung. Wie nämlich gezeigt werden kann, genügen zur Ableitung der Produktionsfunktion F_i eines Organisationsmitgliedes P_i die Produktionsfunktionen der P_i untergeordneten Organisationsmitglieder, wobei deren Verhalten in die Analyse einbezogen werden muß (vgl. S. 100 ff.). Folglich genügt zur Ableitung sämtlicher Produktionsfunktionen die Kenntnis des Verhaltens der Organisationsmitglieder und die Kenntnis der Produktionsfunktionen der auf unterster Stufe stehenden Organisationsmitglieder. Eine empirische Analyse - wie sie zur Bearbeitung der Fragen (a) - (c) notwendig ist, wird damit erheblich erleichtert.

2.2.3 Ableitung der Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i zu den Produktionstheorien der Organisationsmitglieder P_i

Die folgenden Ausführungen zur Gewinnung einer Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i gehen von "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" aus (vgl. S. 72 ff.). Die Überlegungen sind dabei in drei Teilschritte gegliedert. Zunächst wird die Vorgehensweise an einem einfachen Beispiel erläutert. Die hierbei gewonnenen Ergebnisse werden auf eine Produktionsorganisation übertragen, in der jedes Organisationsmitglied höchstens einen Untergebenen besitzt. Erst anschließend werden beliebige "konstante Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" zugelassen (jedes Organisationsmitglied kann mehrere Untergebene, aber höchstens einen Vorgesetzten besitzen).

2.2.3.1 Beispielhafte Verdeutlichung der Vorgehensweise

Gegeben sei folgende konstante Produktions-Organisation KPO:

(1) $KPO = \langle P, X, E, Z, V \rangle$ mit:

(2) $P = \{P_1, P_2\}$

Die Organisation besteht also aus zwei Mitgliedern.

(3) $X = \{W, A, S, R\}$

Diese technisch-physiologischen Größen werden wie folgt interpretiert:

W = Arbeitsgeschwindigkeit von P_2

A = Arbeitszeit von P_2

S = erzeugte Stückzahl bzw. Menge an Endprodukt

R = Verzehr an Rohstoff (außer menschlicher Arbeit und Rohstoff werden keine weiteren Faktoren eingesetzt)

Alle Größen werden je Zeitpunkt $t \in [0, T]$ erfaßt. $W(t)$ gibt folglich die momentane Arbeitsgeschwindigkeit von P_2 im Zeitpunkt (t) an. $A(t)$ ist eine $\{0, 1\}$ -Funktion mit Wert 1, falls P_2 am Kombinationsprozeß im Zeitpunkt t beteiligt ist; Wert 0 sonst. $S(t)$ bzw. $R(t)$ erfassen die momentan erzeugte Endproduktmenge bzw. die momentan verzehrte Rohstoffmenge im Zeitpunkt t (es wird zur Vereinfachung von beliebig teilbaren Gütern ausgegangen).

$$(4) E = \{EP_1, EP_2\} \text{ mit } EP_1 = \{\bar{S}\}; EP_2 = \{W, A\}$$

P_1 entscheidet über die je Periode zu erzeugende Stückzahl $\bar{S}$, P_2 über seine Arbeitsgeschwindigkeit und Anwesenheitszeit in der Organisation. Die Definitionsfunktion gemäß KPO6 zu der totalperiodenbezogenen Entscheidungsgröße $\bar{S}$ lautet:

$$(5) \bar{S} = \int_0^T S(t)dt$$

Die Definitionsfunktionen zu den zeitpunktbezogenen Entscheidungsgrößen W und A sind die identischen Abbildungen.

$$(6) Z = \{ZP_1, ZP_2\} \text{ mit } ZP_1 = \{G\}; ZP_2 = \{L, W, A\}$$

Zielgröße von P_1 ist der erzielte Gewinn G .

Zielgrößen von P_2 sind der erhaltene Lohn L und die zu leistende Arbeitsgeschwindigkeit W sowie die Anwesenheitszeit A . Es wird also davon ausgegangen, daß P_2 neben dem Lohn auch seine körperliche Anstrengung - ausgedrückt durch die Arbeitsgeschwindigkeit - und seine Arbeitszeit bewertet.

Die Zielerreichungsfunktionen gemäß KPO9 zu den totalperiodenbezogenen Zielsetzungen G und L seien:

$$(7) G = FG(S(t), A(t), R(t))$$

$$(8) L = FL(S(t), A(t))$$

Der Gewinn wird also durch die erstellte Produktmenge, die Arbeitszeit und den Rohstoffverzehr bestimmt.¹⁾ Als Lohnform liegt eine Mischform zwischen Akkordlohn und Zeitlohn vor.²⁾

Die Zielerreichungsfunktionen zu den zeitpunktbezogenen Zielgrößen Arbeitszeit und Arbeitsgeschwindigkeit sind die identischen Abbildungen.

P_1 verfolgt die Maximierung des erzielten Gewinns. P_2 bildet aus erhaltenem Lohn, Anwesenheitszeit und Arbeitsgeschwindigkeit eine individuelle Nutzenfunktion. Diese sei $N = N(L, A(t), W(t))$.

Es wird die Maximierung des Nutzens angestrebt.

$$(9) \quad V = \{VP_1, VP_2\} \text{ mit } VP_1 = \emptyset; VP_2 = \{\bar{S}\}$$

P_1 hat also keine Vorgaben zu beachten.

P_2 hat als Vorgabe die Entscheidung von P_1 über die zu erstellende Produktmenge $\bar{S}$ einzuhalten.

Entsprechend Definition (D9) gilt $P_1 \xrightarrow{\bar{S}} P_2$.

Entsprechend Definition (D10) gilt ferner $P_1 \rightarrow P_2$ (es ist $VP_1 \cup EP_1 = VP_2$). Es liegt eine Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsstruktur vor.

Gemäß den Ausführungen im vorausgehenden Abschnitt müssen die Produktionsfunktionen F_i der Organisationsmitglieder P_i den Zusammenhang zwischen den Entscheidungen von P_i und den für P_i vorgaberelevanten und zielrelevanten Größen herstellen.

- 1) Speziell kann die Gewinnfunktion FG folgende Gestalt besitzen:

$$G = (p - l_a) \cdot \int_{t=0}^T S(t)dt - r \cdot \int_{t=0}^T R(t)dt - l_z \cdot \int_{t=0}^T A(t)dt$$

(fixe Produktpreise p und Rohstoffpreise r ; Akkordlohn je Produkteinheit l_a ; Zeitlohn je Zeiteinheit l_z).

- 2) Es kann z.B. folgende Lohnfunktion vorliegen:

$$L = l_a \cdot \int_{t=0}^T S(t)dt + l_z \cdot \int_{t=0}^T A(t)dt$$

(Akkordlohn je Produkteinheit l_a ; Zeitlohn je Zeiteinheit l_z).

Entscheidungsgrößen sind nach (4) für P_1 S, für P_2 die Größen A und W.

Nach (6), (7) und (8) sind die Größen S, A und R für P_1 , die Größen S, A und W für P_2 zielrelevant. Nach (9) besitzt P_1 keine vorgaberelevante Größe, für P_2 ist S vorgaberelevant.

Die Produktionsfunktionen F_1 müssen folglich die in Abb. 9 dargestellten Größen als Input- und Outputvariable umfassen. Abb. 9 bringt dabei auch die bestehende Weisungsstruktur zum Ausdruck.

In der dargestellten Situation muß P_2 als auf unterster hierarchischer Stufe stehendes Organisationsmitglied nur technische Zusammenhänge berücksichtigen (vgl. S. 38 f.). Die Produktionsfunktion F_2 muß durch empirische Erforschung dieser Zusammenhänge gewonnen werden. Es liegen die Fragestellungen (a) und (b) der vorausgegangenen Überlegungen vor (vgl. S. 85 ff.), die den Gegenstand der bestehenden produktionstheoretischen Ansätze bilden. Da hierbei ausschließlich technische Phänomene - nicht aber das Verhalten anderer Organisationsmitglieder - beachtet werden müssen, können die bestehenden produktionstheoretischen Ansätze unverändert Anwendung finden. Bezüglich der Produktionsfunktion F_2 liegt also keine neuartige Fragestellung vor.

Das Organisationsmitglied P_1 ist zunächst mit den selben technischen Zusammenhängen wie P_2 konfrontiert. Als hierarchisch übergeordnetes Organisationsmitglied muß es aber zusätzlich die dispositive Arbeit des untergeordneten Organisationsmitgliedes P_2 in Form dessen Verhalten berücksichtigen. Die Problemstellung lautet, unter der Voraussetzung der Kenntnis der in der Produktionsfunktion F_2 festgehaltenen technischen Zusammenhänge und unter Verwendung bestimmter Hypothesen über das Verhalten von P_2 die Produktionsfunktion F_1 in rein logischen Schritten abzuleiten. Die hierbei verwendete Ableitungsregel stellt dann gleichzeitig die gesuchte Konsistenzbedingung zwischen den Produktionsfunktionen dar.

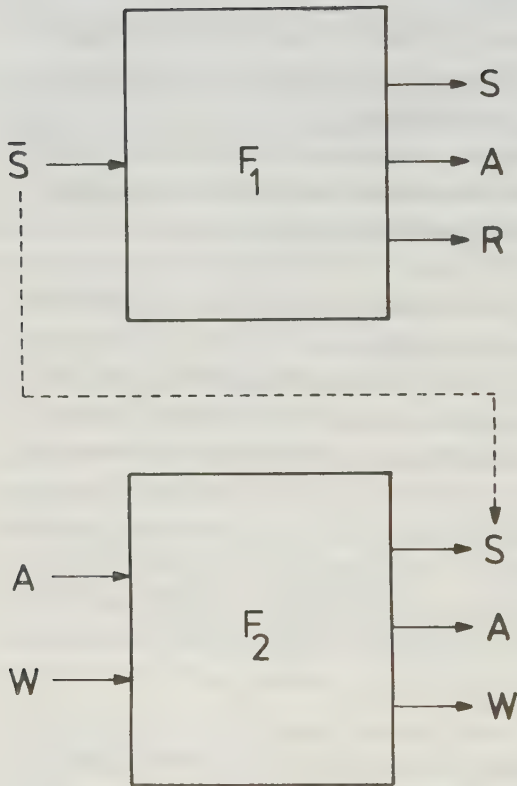


Abb. 9: Input- und Outputvariable der Produktionsfunktionen F_1 und F_2 ¹⁾

-
- 1) Es sei darauf hingewiesen, daß einige Größen je Produktionsfunktion sowohl als Input als auch als Output auftreten. Die entsprechende Abbildung zwischen ihnen ist dann die identische Abbildung. Die Doppelerfassung rührt daher, daß diese Größen sowohl Entscheidungsgrößen als auch ziel- bzw. datenrelevante Größen sind.

Die Produktionsfunktion F_1 kann jedoch nur dann aus der Produktionsfunktion F_2 unter Verwendung zusätzlicher Hypothesen über das Verhalten von P_2 in rein logischen Schritten gewonnen werden, wenn in F_2 alle technisch-physiologischen Phänomene erfaßt sind, die in der Produktionsfunktion F_1 als Input- oder Outputvariable eine Rolle spielen. Bezüglich der Inputvariablen $\bar{S}$ von P_1 ist dies der Fall, da die vorgeberelevante Größe S in F_2 erfaßt ist. Von den für P_1 als Outputvariable zielrelevanten Größen S , A und R ist jedoch R nicht in F_2 enthalten, da der Verzehr R an Rohstoff für die Zielsetzung von P_2 nicht relevant ist (vgl. (6) und (8)). Die Produktionsfunktion F_2 muß also zunächst um die in ihr noch nicht berücksichtigten, aber für P_1 zielrelevanten Größen - nämlich die Größe R - als Outputvariable zu einer Produktionsfunktion F_2^I erweitert werden. Dies kann natürlich nicht durch logische Überlegungen bewerkstelligt werden, sondern ist wie die Ermittlung von F_2 selbst Aufgabe der empirischen Forschung. Bei den weiteren Ausführungen muß folglich davon ausgegangen werden, daß nicht nur die Produktionsfunktion F_2 , sondern auch die erweiterte Produktionsfunktion F_2^I gegeben ist. F_2 kann dabei aus F_2^I durch Weglassen der als Outputvariable auftretenden Erweiterungsgrößen gewonnen werden. Betrachtet P_1 die Produktionsfunktion F_2^I , so muß P_1 feststellen, daß unter rein technischen Gesichtspunkten durch eine bestimmte Entscheidung über $\bar{S}$ der Kombinationsprozeß keinesfalls festgelegt ist. Vielmehr stehen verschiedene Möglichkeiten der Wahl der Größen A und W zur Verfügung, die die Erstellung der selben Produktmenge $\bar{S}$ je Periode zur Konsequenz haben.¹⁾ Die Entscheidung über A und W liegt aber

1) Implizit wird also vorausgesetzt, daß der Kombinationsprozeß unterschiedliche Arbeitsgeschwindigkeiten und unterschiedliche Arbeitszeiten zuläßt und daß die selbe Produktmenge je Periode durch unterschiedliche Wahl dieser Größen realisiert werden kann.

nicht im Dispositionsbereich von P_1 , sondern ist P_2 überlassen. P_2 kann also über die in F_2^1 festgehaltene Gesetzmäßigkeit erst dann die aus seiner Entscheidung resultierenden Konsequenzen ermitteln, wenn die Werte von W und A prognostiziert werden können. P_1 muß folglich - wie schon mehrfach betont - die Entscheidung von P_2 in seine Überlegung einbeziehen. Hierzu wird zunächst eine erste Möglichkeit erläutert.

Kennt P_1 die Zielsetzungen von P_2 und kann P_1 ferner annehmen, daß sich P_2 rational verhält, so muß P_1 untersuchen, wie P_2 in Abhängigkeit von einer ihm gesetzten Vorgabe ${}^0\bar{S}$ die ihm überlassenen Entscheidungsgrößen W und A in für P_2 optimaler Weise festsetzt. P_1 muß also das Entscheidungsproblem von P_2 nachvollziehen. Dieses lautet:

$$(10) \text{ Optimierte } {}^1): N = N(L, A(t), W(t))$$

$$(11) \text{ Entscheidungsvariable: } {}^2) A(t); W(t))$$

Funktionalzusammenhänge:

$$(12) L = FL(S(t), A(t)) {}^3)$$

$$(13) (S(t), A(t), W(t)) = F_2(A(t), W(t)) {}^4)$$

Nebenbedingung: {}^5)

$$(14) {}^0\bar{S} = \bar{S} = \int_0^T S(t)dt$$

1) Vgl. Voraussetzung (6) und (8).

2) Vgl. Voraussetzung (4).

3) Vgl. Voraussetzung (8).

4) Gleichung (13) ist die Produktionsfunktion F_2 von P_2 .

5) Vgl. Voraussetzung (9); P_2 muß die Vorgabe ${}^0\bar{S}$ einhalten.

P_2 versucht also seinen Nutzen, der von den Ausprägungen der Größen L , A und W abhängt, zu maximieren. Als Entscheidungsvariable sind hierzu geeignete Werte von A und W im Zeitablauf festzulegen. Der Zusammenhang zwischen den Größen wird dabei durch die Zielerreichungsfunktion für L (vgl. (12)) bzw. die Produktionsfunktion F_2 hergestellt (vgl. (13)). Als Nebenbedingung muß P_2 einen durch Entscheidung von P_1 festgelegten Wert von $\bar{S}$ einhalten (vgl. (14)).

Es sei nun ${}^0A(t)$ und ${}^0W(t)$ eine eindeutige Lösung der obigen Aufgabe.¹⁾ Da diese Lösung von der Nebenbedingung $\bar{S}$ entsprechend der Vorgabe abhängig ist, kann auch geschrieben werden:

$$(15) \quad {}^0A(t) = H_A({}^0\bar{S}) \quad {}^0W(t) = H_W({}^0\bar{S})$$

Bei beliebiger Vorgabe $\bar{S}$ kann also die Entscheidung von P_2 durch Funktionen H_A und H_W beschrieben werden, die die durch die Entscheidung festgelegten Werte der Größen A und W je Zeitpunkt t angeben:

$$(16) \quad A(t) = H_A(\bar{S}) \quad W(t) = H_W(\bar{S})$$

Diese Funktionen können nun in die um die Outputgröße R erweiterte Produktionsfunktion F_2^I eingesetzt werden.

Es ist (Produktionsfunktion F_2^I):

$$(17) \quad (S(t), A(t), R(t), W(t)) = F_2^I(A(t), W(t))$$

Einsetzen von H_A und H_W ergibt:

1) Dies setzt selbstverständlich die Existenz einer Lösung der obigen Aufgabe und deren Eindeutigkeit voraus. Von der Existenz einer Lösung kann bei erfüllbarer Vorgabe $\bar{S}$ ausgegangen werden. Sollten mehrere Optimallösungen existieren, so wird davon ausgegangen, daß P_2 einen Lösungsalgorithmus besitzt, der eine dieser Optimallösungen in eindeutiger Weise auswählt.

$$(18) (S(t), A(t), R(t), W(t)) = F_2' (H_A(\bar{S}), H_W(\bar{S})) = F_2''(\bar{S})$$

Gleichung (18) stellt folglich den Zusammenhang zwischen der Vorgabe $\bar{S}$ an das Organisationsmitglied P_2 und den hieraus durch die dispositive Tätigkeit von P_2 resultierenden Konsequenzen bezüglich der Größen S , A , R und W her. Wird nun die für P_1 irrelevante Outputgröße W aus dem Funktionszusammenhang (18) weggelassen, so stellt Gleichung (19)

$$(19) (S(t), A(t), R(t)) = F_1''(\bar{S})$$

den von P_1 in der Produktionsfunktion F_1 zu erfassenden Zusammenhang her, ist also die Produktionsfunktion F_1 (d.h. $F'' = F_1$). Es ist somit gelungen, aus der Produktionstheorie F_2' unter Zuhilfenahme der Prämisse rationalen Handelns von P_2 die Produktionsfunktion F_1 von P_1 rein analytisch abzuleiten, d.h. die gewünschte Konsistenzbedingung zwischen F_1 und F_2 aufzuzeigen.

Die bisher dargestellte erste Möglichkeit, die dispositive Arbeit von P_2 in die Überlegungen von P_1 zu seiner Produktionsfunktion F_1 einzubeziehen, ging im wesentlichen von der Prämisse aus, daß P_2 sich rational im Sinn optimaler Lösung seines Entscheidungsproblems verhält. Diese Prämisse ist aber insofern unrealistisch, als sie von P_2 die exakte Lösung einer Optimierungsaufgabe meistens hoher Komplexität erfordert. So müßte im Fall des Beispiels P_2 sämtliche Kombinationen von Arbeitszeit A und Arbeitsgeschwindigkeit W hinsichtlich der Erfüllung der Nebenbedingung und der resultierenden Zielerfüllung überprüfen, wobei allein die Möglichkeiten der Variation der Arbeitsgeschwindigkeit im Zeitablauf unüberblickbar sind (z.B. je Arbeitstag schwankende Arbeitsgeschwindigkeit). Es entsteht unter Berücksichtigung dieser Möglichkeiten ein Problem der dynamischen Optimierung, zu dessen Bewältigung häufig ein Algorithmus fehlt, der in ertragbarer Zeit selbst unter Einsatz eines Computers zu einer an-

nähernd optimalen Lösung führt. Zudem ist zu bezweifeln, daß P_2 gemäß Axiom KPO10 in der Lage ist, sämtliche alternativen Verläufe von Lohn, Arbeitszeit und Arbeitsgeschwindigkeit in einer Nutzenfunktion auch nur ordinal¹⁾ zu bewerten. Gefordert ist also ein Verzicht auf die Annahme, P_2 würde komplexe, zur Optimallösung führende Lösungsverfahren zur Bewältigung seiner Optimierungsaufgabe besitzen, als auch auf die Annahme, P_2 besäße eine Präferenzstruktur gemäß KPO10. Der Verzicht auf die letzte Annahme kann dann dazu führen, das Axiom KPO10 aus dem Axiomenkatalog für konstante Produktionsorganisationen zu streichen.

Die Analyse der Vorgehensweise in der ersten dargestellten Möglichkeit der Ableitung der Produktionsfunktion F_1 aus der Produktionsfunktion F_2' zeigt, daß hierfür die Kenntnis der Funktionen H_A und H_W wesentlich war. Diese Funktionen ordneten einer an P_2 gerichteten Vorgabe $\bar{S}$ die Entscheidungen von P_2 bezüglich der Größen A und W zu. Derartige Funktionen können aber auch gewonnen werden, wenn P_2 sich nicht rational in der vorausgehenden Bedeutung, sondern nur regelmäßig verhält. Ein regelmäßiges Verhalten bedeutet dabei, daß P_2 zu einer gegebenen Vorgabe bezüglich der Größe $\bar{S}$ stets die gleiche Entscheidung über die zu realisierenden Werte seiner Entscheidungsvariablen A und W je Zeitpunkt trifft. Es gibt also wieder Funktionen H_A und H_W mit:

$$(20) H_A: \bar{S} \rightarrow A; \quad H_W: \bar{S} \rightarrow W, \text{ so daß}$$

$$(21) A(t) = H_A(\bar{S}); \quad W(t) = H_W(\bar{S}).$$

Äquivalent gibt es in Vektorschreibweise eine Funktion:

$$(22) H: \bar{S} \rightarrow (A, W), \text{ so daß}$$

$$(23) (A(t), W(t)) = H(\bar{S}).$$

1) Vgl. S. 60; dort wurde neben kardinaler Zielerreichungsmessung auch eine ordinale Messung zugelassen.

Die Funktion H soll hierbei Entscheidungsregel von P_2 genannt werden.

H entspricht also einer realtheoretischen Hypothese bzw. einer empirischen Regelmäßigkeit, die das Verhalten von P_2 beschreibt. Mit der Entscheidungsregel H wird über die rein technischen Gesichtspunkte hinausgehend eine verhaltenswissenschaftliche Fundierung der Produktionstheorie angestrebt.

Die Entscheidungsregel H kann hierbei zunächst aufgrund eines Optimierungsalgorithmus zustande kommen, mit dessen Hilfe das Entscheidungsproblem von P_2 gelöst wird. Es ist nämlich die mit Hilfe des Algorithmus gefundene Lösung von der Vorgabe $\bar{S}$ abhängig, d.h. eine Funktion H der Vorgabe. Die zuerst dargestellte Vorgehensweise, die von der Optimierung des Entscheidungsproblems von P_2 durch P_2 ausgeht, tritt also als Spezialfall der erweiterten Vorgehensweise auf. Der zur Lösung des Entscheidungsproblems angewandte Algorithmus muß aber in der erweiterten Vorgehensweise nicht zur Optimallösung führen. Es kann sich auch um ein heuristisches Verfahren, das P_2 als Entscheidungsregel in Abhängigkeit von seinen Vorgaben anwendet, handeln. Hierbei kommen sämtliche Suboptimierungsverfahren, aber auch ganz einfache Entscheidungsregeln in Frage. So kann im Beispiel P_2 auf eine beliebig vorgegebene Produktmenge $\bar{S}$ stets so reagieren, daß eine feste, angenehme Arbeitsgeschwindigkeit 0W gewählt wird und die Arbeitszeit so lange ausgedehnt wird, bis die geforderte Produktmenge erstellt ist.

Aber auch die Prämisse, P_2 würde die an ihn gerichteten Vorgaben einhalten, kann nun aufgegeben werden. Es ist zulässig, daß P_2 aus technischen oder persönlichen Gründen die Vorgaben über- oder unterschreitet. Es muß nur sichergestellt sein, daß P_2 auf eine bestimmte Vorgabe hin stets die gleiche Wahl seiner Entscheidungsgrößen trifft, gleichgültig, ob dadurch die Vorgabe eingehalten wird oder nicht.¹⁾

1) In der Kostenrechnung werden diese Phänomene im Rahmen des Be-

Sogar bei einer aufgrund einer Fehlinformation über die die produktionstechnischen Zusammenhänge systematischen Fehlentscheidung von P_2 im Sinn seiner Zielsetzungen kann die Entscheidungsregel H aufgestellt werden (z.B. ungeschicktes Verhalten eines ungelerten Arbeiters, der mit dem Kombinationsprozeß nicht vertraut ist). Lernprozesse können hierbei dadurch Berücksichtigung finden, daß P_2 die Wahl seiner Entscheidungsgrößen innerhalb der Planperiode systematisch so verändert, daß er eine im Zeitablauf günstigere Zielerreichung erhält.¹⁾ Wesentlich hierbei ist stets, daß das Fehlverhalten bzw. Lernverhalten Gesetzmäßigkeiten genügt, die durch empirische verhaltenswissenschaftliche Untersuchungen ermittelt werden können.²⁾ Ausgeschlossen werden muß lediglich ein irreguläres Verhalten der Person P_2 , dessen Ursachen nicht erfaßt werden können (z.B. familiär bedingte Einflüsse).

Mit Kenntnis der Entscheidungsregel H kann nun analog zu den bereits dargestellten Schritten bei der zuerst gezeigten Möglichkeit der Ableitung von F_1 aus F_2^1 vorgegangen werden. Wird H in die Produktions-

havioral Accounting zu erfassen versucht. Vgl. hierzu z.B. Bruns, W.J./De Coster, D.T. (1969); Buckley, J.W. (1969); Heinen, E./Sabathil, P. (1975), S. 888 ff.; Käfer, K. (1964), S. 93 ff.; Kilger, W. (1972), S. 320 ff.

- 1) Zu Vorschlägen der Berücksichtigung von Lernprozessen in der Produktionstheorie vgl. Alchian, A. (1963), S. 679 ff.; Berger, W. (1970); Böhmer, G. (1970); Ihde, G. (1970), S. 451 ff.; Scheuch, F. (1971), S. 541 ff.; Schneider, D. (1965), S. 501 ff.; Scholl, F. (1968); Zierul, H. (1974).
- 2) Unter Umständen erweist es sich hierbei als notwendig, stochastische Entscheidungsfunktionen H in Betracht zu ziehen. Diese führen dann zu stochastischen Produktionsfunktionen. Hierauf soll nicht näher eingegangen werden.

funktion F_2^I (vgl. (17)) eingesetzt, so ergibt sich:

$$(24) \quad (S(t), A(t), R(t), W(t)) = F_2^I(A(t), W(t)) = \\ = F_2^I(H(\bar{S})) = F_2^I(\bar{S})$$

Durch Weglassen der für P_1 überflüssigen Outputgröße $W(t)$ erhält man aus F_2^I die Produktionsfunktion F_1 von P_1 :

$$(25) \quad (S(t), A(t), R(t)) = F_1(\bar{S}).$$

Es ist also gelungen, mit Hilfe einer in Form der Entscheidungsregel H ausgedrückten Hypothese über das Verhalten von P_2 aus der erweiterten Produktionsfunktion F_2^I in rein analytischen Schritten die Produktionsfunktion F_1 abzuleiten. Die erweiterte Produktionsfunktion F_2^I muß dabei durch empirische Forschung gewonnen werden. F_2^I geht aus F_2^I durch Weglassen für P_2 irrelevanter Outputvariabler hervor. Die Entscheidungsregel H kann in der beschriebenen Weise entweder mit Hilfe der Prämisse rationalen Verhaltens von P_2 im Sinne der Optimierung dessen Entscheidungsaufgabe gewonnen werden, oder sie muß Gegenstand empirischer Untersuchungen sein, wobei die genannten Fälle hierzu prinzipiell geeignet sind.

2.2.3.2 Die Konsistenzbedingung in einem Spezialfall "konstanter Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis"

Die bisherigen beispielhaften Überlegungen zu einer Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i der Organisationsmitglieder P_i werden im folgenden auf einen Spezialfall "konstanter Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" übertragen. In diesem Spezialfall wird davon ausgegangen, daß wie im Beispiel jedes Organisationsmitglied P_i höchstens einen Untergebenen besitzt. Es liegt also eine Organisationsstruktur der Art (26) vor.

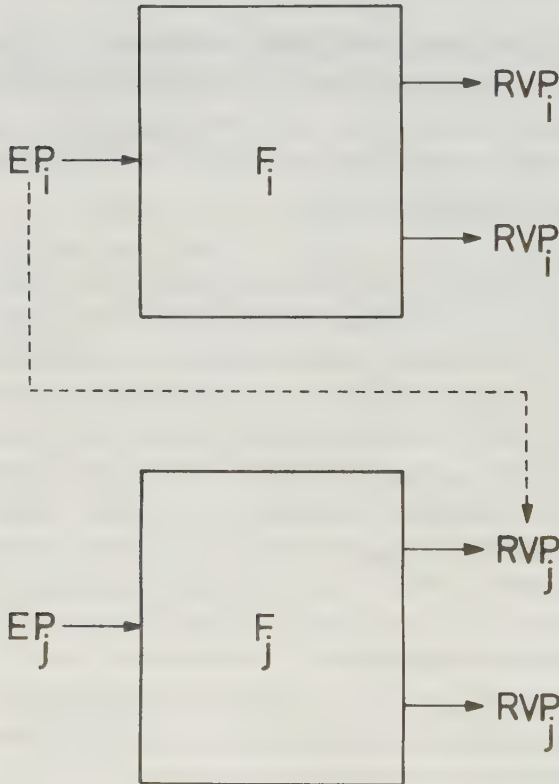
(26) $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \dots P_i \rightarrow P_j \rightarrow \dots \rightarrow P_n$

Erst im folgenden Abschnitt werden in einem dritten Schritt zu einer Konsistenzbedingung beliebige "konstante Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" zugelassen.

Im vorliegenden Spezialfall wird zunächst der Abschnitt $P_i \rightarrow P_j$ herausgegriffen und die Beziehung zwischen den Produktionsfunktionen F_i und F_j analysiert. Hierzu ist es notwendig, den Zusammenhang zwischen den Input- und Outputgrößen von F_i und F_j zu untersuchen. Abb. 10 dient dabei als Veranschaulichung.

Da nach Voraussetzung $P_i \rightarrow P_j$ gilt, ist $EP_i = VP_j$. Die die Entscheidungsgrößen von P_i definierenden technisch-physiologischen Größen sind also genau die Elemente der Größenmenge RVP_j . Die Inputgrößen von F_i sind demnach als Outputgrößen von F_j in geeigneter Weise berücksichtigt. Nicht zwingend im Funktionszusammenhang von F_j erfaßt sind jedoch die für P_i vorgaberelevanten und zielrelevanten Größen aus den Mengen RVP_i bzw. RZP_i . Soll also aus der Produktionsfunktion F_j mit Hilfe einer Verhaltenshypothese über P_j die Produktionsfunktion F_i in rein analytischen Schritten abgeleitet werden, muß F_j zunächst analog zur Vorgehensweise im Beispiel um die eventuell fehlenden Outputgrößen zu einer Produktionsfunktion F_j^I erweitert werden. Diese Erweiterung ist natürlich nur durch empirische Untersuchungen möglich. Allerdings kann hierbei im Gegensatz zum vorausgehend behandelten Beispiel zunächst nicht auf die bestehenden produktionstheoretischen Ansätze zurückgegriffen werden, da F_j selbst das Verhalten weiter untergeordneter Organisationsmitglieder beachten muß (außer es gilt $j=n$).

Abb.10: Input- und Outputvariable der Produktionsfunktionen F_i und F_j
mit $P_i \rightarrow P_j$ ¹⁾



1) Zur Vereinfachung der Darstellung sind die Symbole EP_i , RVP_i u. s. w. nicht als Mengen gewisser Größen, sondern als Vektoren mit diesen Größen als Komponenten aufgefaßt.

Wird im folgenden davon ausgegangen, daß die erweiterte Produktionsfunktion F_j^I zur Verfügung steht, so kann diese geschrieben werden:¹⁾

$$(27) (RVP_j(t), RZP_j(t), RVP_i(t), RZP_i(t)) = F_j^I (EP_j(\tau_j))$$

Die Produktionsfunktion F_j geht hierbei aus F_j^I durch Weglassen der Outputvektoren RVP_i und RZP_i hervor.

Zur Ableitung der Produktionsfunktion F_i aus der Produktionsfunktion F_j^I muß ferner wieder von einer Entscheidungsregel H_j ausgegangen werden, die jeder Vorgabe $VP_j = EP_i$ an P_j eine Entscheidung EP_j von P_j zuordnet. H_j stellt eine realtheoretische Verhaltenshypothese über P_j dar. Es gelten unverändert die hierzu im vorausgehenden Beispiel erläuterten Aussagen (vgl. S. 94 ff.). H_j besitzt folgende mathematische Gestalt:

$$(28) EP_j(\tau_j) = H_j(VP_j(\tau_i)) = H_j(EP_i(\tau_i))$$

Durch Einsetzen von H_j in die Produktionsfunktion F_j^I (27) erhält man:

$$(29) (RVP_j(t), RZP_j(t), RVP_i(t), RZP_i(t)) = F_j^I (H_j(EP_i(\tau_i)))$$

$$= F_j^{II} (EP_i(\tau_i))$$

1) Die Symbole RVP_i , RZP_i u. s. w. sollen wieder analog zu Fußnote 1, S. 102 als Vektoren verstanden werden. Zur Schreibweise der Produktionsfunktion vgl. Definition (D11), S. 84. Die Outputvektoren werden als technisch-physiologische Größen je Zeitpunkt t erfaßt; der Inputvektor in seinen Komponenten je nach Zeitbezug (hier ohne Einschränkung der Allgemeinheit ausgedrückt durch einen Index τ_j aus einer einheitlichen Indexmenge J_j).

Werden aus der Funktion $F_j^{\#}$ die für P_i überflüssigen Outputvektoren RVP_j und RZP_j weggelassen, so stellt $F_j^{\#}$ den in der Produktionsfunktion F_i zu erfassenden Zusammenhang dar, ist also gleich der Produktionsfunktion F_i . Damit wurde die Produktionsfunktion F_i analog zur im Beispiel aufgezeigten Vorgehensweise aus der erweiterten Produktionsfunktion $F_j^!$ mit Hilfe einer Verhaltenshypothese über P_j rein analytisch gewonnen.

Da es sich bei P_i und P_j mit $P_i \rightarrow P_j$ um beliebige hierarchisch unmittelbar zugeordnete Organisationsmitglieder handelte, kann im dargestellten Spezialfall mit $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \dots P_{n-1} \rightarrow P_n$ die Konsistenzbedingung für die Produktionsfunktionen F_i wie folgt gefaßt werden.

(D12) Definition: Es sei KPOeW eine konstante Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsbefugnis, wobei $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \dots P_i \rightarrow P_j \dots \rightarrow P_n$. Die Produktionsfunktionen gemäß (D11) zu den Teil-Produktionstheorien der Organisationsmitglieder P_i seien F_i . Die Produktionsfunktionen erfüllen die Konsistenzbedingung KS, wenn gilt:

KS1: Zu den Produktionsfunktionen F_j ($j = 2, 3, \dots, n$) gibt es Funktionen $F_j^!$ mit EP_j als Inputvektor und $RVP_j, RZP_j, RVP_i, RZP_i$ als Outputvektoren, so daß F_j aus $F_j^!$ durch Weglassen der Outputvektoren RVP_i und RZP_i hervorgeht. $F_j^!$ heißt erweiterte Produktionsfunktion zu F_j .

KS2: Zu P_j ($j = 2, 3, \dots, n$) gibt es eine Funktion H_j mit $EP_i = VP_j$ als Definitionsbereich und EP_j als Wertebereich.

$$EP_j(\tau_j) = H_j(EP_i(\tau_i))$$

H_j heißt Entscheidungsregel von P_j .

KS3: Es sei $F_j^{\#}$ durch Einsetzen von H_j in $F_j^!$ entstanden, d. h. es ist:

$$(RVP_j(t), RZP_j(t), RVP_i(t), RZP_i(t)) = F_j^I(EP_j(\tau_j)) =$$

$$F^I(H(EP_i(\tau_i)) = F_j^II(EP_i(\tau_i))$$

Damit ist nach Weglassen der Outputvariablen RVP_j und RZP_j die Funktion F_j^II identisch der Produktionsfunktion F_i ($i = 1, 2, \dots, n-1$;
 $j = 2, 3, \dots, n$).

Eine Korrespondenzregel zur empirischen Interpretation der Axiome KS1 bis KS3 muß nicht mehr angegeben werden; dies ist durch die der Definition (D12) vorausgehenden Überlegungen bereits geschehen.

Die Definition (D12) ist auf die Ermittlung der Produktionsfunktion F_i eines übergeordneten Organisationsmitgliedes P_i aus der erweiterten Produktionsfunktion F_j^I des ihm untergeordneten Organisationsmitgliedes P_j abgestellt. Hierbei tritt - wie schon vorausgehend dargestellt (vgl. S. 93) - die Schwierigkeit der empirischen Ermittlung der erweiterten Produktionsfunktion F_j^I auf. Die bestehenden Produktionstheoretischen Ansätze können hierbei mit Ausnahme für $j = n$ nicht herangezogen werden, da in den F_j^I das Verhalten der untergeordneten Organisationsmitglieder berücksichtigt werden muß. Diese Schwierigkeit kann dadurch beseitigt werden, daß völlig analog zur vorausgehend geschilderten Vorgehensweise aus einer mehrfach erweiterten Produktionsfunktion F_n^* des auf unterster hierarchischer Stufe stehenden Organisationsmitgliedes P_n mit Hilfe von Verhaltenshypothesen H_j über die Organisationsmitglieder P_j sämtliche Produktionsfunktionen F_i abgeleitet werden. Neben den Entscheidungsregeln H_j der Organisationsmitglieder muß dann nur noch die mehrfach erweiterte Produktionsfunktion F_n^* des Organisationsmitgliedes P_n empirisch ermittelt werden. In dieser Produktionsfunktion tritt menschliches Verhalten nicht als Beeinflussungsgröße der Input-Outputbeziehungen auf. Die bestehenden produktionstheoretischen Ansätze können also - deren empirische Relevanz und Berücksichtigung der benötigten technisch-physiologischen Phänomene vorausgesetzt - zur Ermittlung dieser erweiterten Produktionsfunktion F_n^* eingesetzt werden.

In formaler Darstellung kann dementsprechend definiert werden:

(D13) Definition: Es sei KPOeW eine konstante Produktionsorganisation

mit einheitlicher Weisungsbefugnis, wobei $P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow \dots P_i \rightarrow P_j \dots \rightarrow P_n$. Die Produktionsfunktionen gemäß (D11) zu den Teiltheorien der Organisationsmitglieder P_i seien F_i . Die Produktionsfunktionen erfüllen die Konsistenzbedingung KS^I , wenn gilt:

KS^I 1: Zu der Produktionsfunktion F_n gibt es eine Funktion F_n^* mit EP_n als Inputvektor und $\bigcup_{j=1}^n RVP_j$, $\bigcup_{j=1}^n RZP_j$ als Outputvektoren, so daß F_n aus $F_n^{(n-1)}$ durch Weglassen der für F_n überflüssigen Outputvektoren hervorgeht. $F_n^{(n-1)}$ heißt mehrfach erweiterte Produktionsfunktion zu F_n .

KS^I 2: Zu P_j ($j = 2, 3, \dots, n$) gibt es eine Funktion H_j mit $EP_i = VP_j$ als Definitionsbereich und EP_j als Wertebereich.

$$EP_j(\tau_j) = H_j(EP_i(\tau_i))$$

H_j heißt Entscheidungsregel von P_j

KS^I 3: Es sei $F_n^{(n-i)}$ durch sukzessives Einsetzen von $H_n, H_{n-1}, \dots, H_{n-i+1}$ in F_n^* entstanden, d. h. es sei:¹⁾

$$\begin{aligned} \left(\bigcup_{j=1}^n RVP_j(t), \bigcup_{j=1}^n RZP_j(t) \right) &= F_n^*(H_n(\dots(H_{n-i+1}(EP_{n-i}(\tau_{n-i})), \dots)) \\ &= F_n^{(n-i)}(EP_{n-i}(\tau_{n-i})) \end{aligned}$$

1) Die Mengen $\bigcup_{j=1}^n RVP_j$ u. s. w. sollen wieder als Vektoren mit ihren Elementen als Komponenten verstanden werden.

Dann ist nach Weglassen der für P_i irrelevanten Outputvariablen die Funktion $F_n^{(n-i)}$ identisch mit der Produktionsfunktion F_{n-i} für $i = 1, 2, \dots, n-1$.

In KS1' wird also im Gegensatz zu KS1 nur die Existenz einer erweiterten Produktionsfunktion F_n^* zu der Produktionsfunktion F_n gefordert. Diese Produktionsfunktion F_n^* muß aber nicht nur um die Outputvariablen des P_n übergeordneten Organisationsmitglieder P_{n-1} ergänzt werden, sondern um die Outputvariablen sämtlicher Organisationsmitglieder. F_n^* umfaßt damit sämtliche für die Organisationsmitglieder relevanten technischen Phänomene.

Axiom KS2' ist mit KS2 identisch. In KS3' wird festgehalten, wie die einzelnen Produktionsfunktionen F_i der Organisationsmitglieder schrittweise aus der Produktionsfunktion F_n^* gewonnen werden.

Die Konsistenzbedingung KS' impliziert die Konsistenzbedingung KS, da mit ihr auch der paarweise Zusammenhang zwischen den Produktionsfunktionen hierarchisch aufeinanderfolgender Organisationsmitglieder gewonnen werden kann. Aus empirischer Sicht erweist sie sich - wie bereits erläutert - insofern als günstiger, als nur die Produktionsfunktion F_n^* ermittelt werden muß, wobei die bestehenden produktionstheoretischen Ansätze Hilfeleistung leisten können. Ist jedoch die erweiterte Produktionsfunktion $F_j^!$ eines auf mittlerer Ebene stehenden Organisationsmitgliedes P_j aufgrund empirischer Untersuchungen dem übergeordneten Organisationsmitglied P_i bekannt, besitzt die Anwendung der Konsistenzbedingung KS den Vorteil, daß P_i zur Ableitung seiner Produktionsfunktion F_i nicht auf die seinem Standpunkt in der Organisation entfernte Produktionsfunktion F_n^* und das Verhalten sämtlicher untergeordneter Organisationsmitglieder zurückgreifen muß.

2.2.3.3 Die Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis"

In beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" muß davon ausgegangen werden, daß ein nicht auf unterster Hierarchieebene stehendes Organisationsmitglied P_i mehrere direkte Untergebene $P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_1}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i$ besitzt. Es ist aufzuzeigen, wie analog zum bisherigen Vorgehen aus den Produktionsfunktionen $F_{j_1}^i$ ($i=1, 2, \dots, n_i$) dieser Organisationsmitglieder, unter Verwendung von Verhaltenshypothesen über diese Organisationsmitglieder, die Produktionsfunktion F_i von P_i analytisch gewonnen werden kann. Hierzu wird zunächst wieder der Zusammenhang zwischen den Input- und Outputvariablen der betroffenen Produktionsfunktionen untersucht. Abb. 11 dient zur Veranschaulichung.

Da nach Voraussetzung $P_i \rightarrow (P_{j_1}^i, P_{j_2}^i, \dots, P_{j_{n_i}}^i)$ gilt, ist $EP_i = \bigcup_{l=1}^{n_i} VP_{j_l}^i$. Die

Inputgrößen von F_i sind demnach über die Outputgrößen der $F_{j_l}^i$ in geeigneter Weise berücksichtigt. Nicht zwingend in den Produktionsfunktionen $F_{j_l}^i$ enthalten sind jedoch die für P_i vorgaberelevanten und zielrelevanten Größen aus den Mengen RVP_i und RZP_i . Die Produktionsfunktionen $F_{j_l}^i$ müssen also wieder um diese Größen erweitert werden. Hierbei ist es aber nicht nötig, in jeder der Produktionsfunktionen $F_{j_l}^i$ sämtliche der genannten Größen zu erfassen. Dies ist sogar unmöglich, wenn die Organisationsmitglieder $P_{j_l}^i$ ($l=1, 2, \dots, n_i$) über verschiedene technische Bereiche entscheiden (z.B. $P_{j_1}^i$ über Maschine M_1 , $P_{j_2}^i$ über Maschine M_2). In den jeweiligen Produktionsfunktionen können nicht Variable erfaßt werden, die fremde Bereiche betreffen (z.B. in $F_{j_1}^i$ nicht der Faktorverzehr an Maschine M_2). Die Produktionsfunktionen $F_{j_l}^i$ müssen also sachentsprechend erweitert werden. Lediglich die Vereinigungsmenge der Outputvariablen der erweiterten Produktionsfunktionen $F_{j_l}^{i'}$ muß Obermenge von $RVP_i \cup RZP_i$ sein.¹⁾ Werden die in den

1) Die Gleichheit kann nicht gefordert werden, da die Produktionsfunktionen $F_{j_l}^i$ für P_i irrelevante Größen enthalten können.

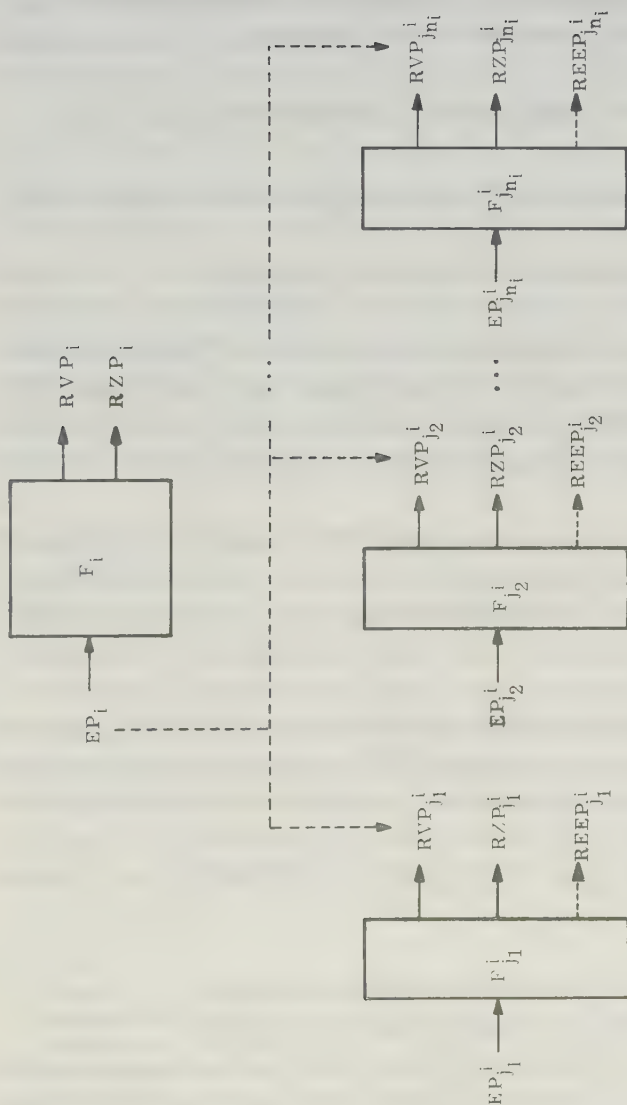


Abb. 11: Input- und Outputvariable der Produktionsfunktionen F_i und $F_{j_1}^{i, 1)$

1) Die Symbole EP_i u. s. w. sind wieder als Vektoren zu verstehen.

erweiterten Produktionsfunktionen zusätzlich berücksichtigten Outputvariablen mit $REEP_{j_1}^i$ bezeichnet, so muß also gelten:

$$(30) \quad \bigcup_{l=1}^{n_1} (RVP_{j_1}^i \cup RZP_{j_1}^i \cup REEP_{j_1}^i) \supset RVP_i \cup RZP_i$$

Die Produktionsfunktionen $F_{j_1}^{i'}$ können dementsprechend geschrieben werden:¹⁾

$$(31) \quad (RVP_{j_1}^i(t), RZP_{j_1}^i(t), REEP_{j_1}^i(t)) = F_{j_1}^i(EP_{j_1}^i(\tau_{j_1}^i))$$

Zur Ermittlung der erweiterten Produktionsfunktionen $F_{j_1}^{i'}$ bedarf es wie zur Ermittlung der Produktionsfunktionen $F_{j_1}^i$ empirischer Untersuchungen. $F_{j_1}^{i'}$ geht aus $F_{j_1}^i$ durch Weglassen der Outputvariablen $REEP_{j_1}^i$ hervor. Es gelten analog die obigen Ausführungen (vgl. S. 93 f. und S. 102 f.).

Entsprechend der bei den vorausgehenden Fällen aufgezeigten Vorgehensweise muß wieder davon ausgegangen werden, daß das Verhalten der Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i$ in Form von Entscheidungsregeln $H_{j_1}^i$ abgebildet werden kann. Die Entscheidungsregel $H_{j_1}^i$ eines Organisationsmitgliedes $P_{j_1}^i$ ordnet dabei jeder an $P_{j_1}^i$ gerichteten Vorgabe $VP_{j_1}^i(\tau_{j_1}^i)$ eine bestimmte Entscheidung von $P_{j_1}^i$ über seine Entscheidungsgrößen $EP_{j_1}^i$ zu. Bezüglich des Anwendungsspektrums dieses Konzepts gelten unverändert die obigen Aussagen (vgl. S. 96 ff.). Die Entscheidungsregeln $H_{j_1}^i$ besitzen die mathematische Gestalt

$$(32):^{2)} \quad EP_{j_1}^i(\tau_{j_1}^i) = H_{j_1}^i(VP_{j_1}^i(\tau_{j_1}^i)) \stackrel{3)}{=} H_{j_1}^i(EP_i(\tau_i))$$

1) Die Symbole sind wieder als Vektoren aufzufassen.

2) Die Symbole sind wieder als Vektoren aufzufassen.

3) Die Entscheidungsregel $H_{j_1}^i$ kann zunächst nur als Funktion der Größen aus $VP_{j_1}^i$, nicht aber der Größen aus EP_i geschrieben werden (es gilt $VP_{j_1}^i \subset EP_i$). Wird aber die Funktion $H_{j_1}^i$ als von den Entscheidungsgrößen $EP_i \setminus VP_{j_1}^i$ unabhängig definiert, so ist auch ihre Schreibweise als Funktion der Größen aus EP_i möglich. Von dieser Schreibweise wird zur Vereinfachung der formalen Darstellung Gebrauch gemacht.

Durch das Einsetzen der Entscheidungsregeln $H_{j_1}^i$ in die erweiterten Produktionsfunktionen $F_{j_1}^{i'}$ ergibt sich:

$$\begin{aligned} (33) \quad (RVP_{j_1}^i(t), RZP_{j_1}^i(t), REEP_{j_1}^i(t)) &= F_{j_1}^i(H_{j_1}^i(EP_i(\tau_i))) \\ &= F_{j_1}^i(EP_i(\tau_i)) \end{aligned}$$

Gleichung (33) gibt die Konsequenzen der Entscheidung $EP_i(\tau_i)$ von P_i bezüglich der im Beeinflussungsbereich des untergeordneten Organisationsmitgliedes $P_{j_1}^i$ liegenden Größen $RVP_{j_1}^i$, $RZP_{j_1}^i$ und $REEP_{j_1}^i$ an. Werden die Gleichungen (33) für $l = 1, 2, \dots, n_i$ in Vektorschreibweise unter Beachtung von (30) mit $F^{i''} = (F_{j_1}^i, F_{j_2}^i, \dots, F_{j_{n_i}}^i)$ zusammengefaßt, so erhält man nach Weglassen der für P_i irrelevanten Outputvariablen:

$$(32) \quad (RVP_i(t), RZP_i(t)) = F^{i''}(EP_i(\tau_i))$$

Gleichung (32) stellt damit wieder die Produktionsfunktion F_i von P_i dar, d.h. es ist $F^{i''} = F_i$.

Hierbei muß aber im Gegensatz zu den vorausgehenden Fällen auf folgendes geachtet werden: Die Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i$ entscheiden nach Voraussetzung unabhängig voneinander nur in Abhängigkeit von den an sie gerichteten Vorgaben $VP_{j_1}^{i(1)}$, Konsequenzen, die sich aus den Entscheidungen der gleichgeordneten Organisationsmitglieder $P_{j_k}^i$ ($k = 1, 2, \dots, l-1, l+1, \dots, n_i$) ergeben,

-
- 1) Sollten die $P_{j_1}^i$ bei ihren Entscheidungen gleichgeordneter Organisationsmitglieder beachten, liegt nicht die zu untersuchende Weisungsstruktur vor. Als Beispiel hierzu möge folgender Sachverhalt dienen: Der Produktionsleitung P eines Unternehmens unterstehen zwei Werkstättenleiter P_1 und P_2 . P gibt an P_1 und P_2 Anweisungen über die zu erstellende End- bzw. Zwischenproduktmenge. Die im Bereich von P_1 herzustellende Zwischenproduktmenge wird von P_2 als Einsatzfaktor benötigt. Im zu behandelnden Fall wird davon ausgegangen, daß P_2 ohne

werden bei ihren Entscheidungen also nicht beachtet. Es kann aber der Fall sein, daß die Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i$ über bestimmte technisch-physiologische Größen, die Konsequenzen ihrer Entscheidungen bilden, miteinander verbunden sind (z.B. Belieferung mit Gütern oder Zugriff auf gemeinsame Produktionsmittel). Die Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i$ können in diesem Fall in der Realisierungsphase ihrer Entscheidungen auf bei der Entscheidung nicht in den Kalkül einbezogene Schwierigkeiten stoßen (z.B. fehlende Belieferung mit Einsatzstoffen, die aus hierarchisch gleichgeordneten Fertigungsstellen angeliefert werden oder gleichzeitige Beanspruchung gemeinsamer Produktionsmittel). Die Durchführung des der Entscheidung entsprechenden Kombinationsprozesses wird folglich behindert oder sogar unmöglich gemacht. Das übergeordnete Organisationsmitglied P_i muß also so entscheiden, daß derartige Fälle ausgeschlossen bleiben (also das produktionswirtschaftliche Gleichgewicht gewahrt bleibt¹⁾ und ein Zugriff auf gemeinsame Produktionsmittel zeitlich nacheinander erfolgt). Aus der Menge der möglichen Entscheidungsalternativen von P_i müssen also diejenigen Alternativen ausgewählt

Berücksichtigung der von P_1 erstellten und damit tatsächlich zur Verfügung stehenden Produktmenge entscheidet; daß P_2 also implizit unterstellt, daß stets ausreichende Zwischenproduktmengen angeliefert werden.

Selbstverständlich sind auch andere Situationen denkbar, die aber nicht das zu behandelnde Problem betreffen:

- (a) P_2 muß von P_1 auch eine Vorgabe über den Zwischenproduktmengenverbrauch berücksichtigen. Es liegt eine unveränderte Weisungsstruktur vor, aber die Art der Weisungen hat sich verändert.
- (b) P_2 erhält nicht mehr Weisungen von P_0 , sondern von P_1 . Es liegt der im vorausgehenden Abschnitt behandelte Spezialfall $P_0 \rightarrow P_1 \rightarrow P_2$ vor (vgl. S. 100 ff.).
- (c) P_2 erhält von P_0 Weisung über die Endproduktmenge, von P_1 Weisung über den Zwischenproduktverzehr. Es liegt ein Mehrlinien-system vor.

1) Zum Begriff des produktionswirtschaftlichen Gleichgewichts vgl. z.B. Klock, J. (1969a), S. 64.

werden, bei deren Weitergabe als Weisung an die untergeordneten Organisationsmitglieder P_{j1}^i die genannten Schwierigkeiten nicht auftreten. Diese auszuwählenden Alternativen seien durch eine Funktion Ψ mit $\Psi(EP_i(\tau_i)) = 0$ ausgezeichnet.¹⁾ Die Produktionsfunktion des Organisationsmitgliedes P_i lautet dementsprechend:²⁾

$$(33) \quad (RVP_i(t), RZP_i(t)) = F^{1''}(EP_i(\tau_i))$$

$$\Psi(EP_i(\tau_i)) = 0$$

Auf spezielle Verfahren, die Funktion Ψ unter gewissen Voraussetzungen explizit analytisch zu ermitteln, muß nicht eingegangen werden. Hierzu kann auf die bestehenden produktionstheoretischen Ansätze zurückgegriffen werden.³⁾

Unter Zuhilfenahme der vorausgehenden Ausführungen und unter Berücksichtigung der erläuterten Besonderheiten kann die Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbe-

1) Wird beispielsweise im vorausgehenden Beispiel (vgl. S. 111, Fn.1) das produktionswirtschaftliche Gleichgewicht durch $x_1 = x_2$ ausgedrückt (x_1 = Zwischenproduktmenge; x_2 = Endproduktmenge), so lautet die Funktion Ψ : $x_1 - x_2 = 0$.

2) Mit der Auswahl der Entscheidungsalternativen von P_i , bei deren Weitergabe als Weisungen an die P_{j1}^i es nicht zu Störungen in der Durchführungsphase kommt, ist bereits der Bereich der Produktionsplanung berührt. Das genannte Problem ist jedoch deshalb mehr der Produktionstheorie zuzuordnen, da die Auswahl ausschließlich auf dem Kriterium der störungsfreien Durchführbarkeit einer einmal getroffenen Entscheidung beruht. Eine Berücksichtigung der Zielsetzungen der Organisationsmitglieder und entsprechende Bewertung der Entscheidungsalternativen ist hierbei nicht nötig.

3) Mit der Ermittlung des produktionswirtschaftlichen Gleichgewichts in Unternehmungen mit mehreren durch materielle Beziehungen verflochtenen Fertigungsstellen beschäftigen sich insbesondere Heinen, E. (1974), S. 260 ff. und Kloock, J. (1969a), S. 50 ff. Probleme des Rückgriffs auf gemeinsame Produktionsmittel analysiert Conradi, J. (1973). Es sei ferner auf den folgenden Modellfall hingewiesen (vgl. S. 115 ff.).

fugnis" definiert werden. Auf eine explizite Darstellung kann hier wegen der Analogie zur Konsistenzbedingung im vorausgehenden Spezialfall (vgl. (D12) und (D13)) verzichtet werden. Es können wieder zwei Varianten der Konsistenzbedingung unterschieden werden, wobei in der zu (D13) analogen Variante sämtliche Produktionsfunktionen aus den mehrfach erweiterten Produktionsfunktionen der auf unterster Hierarchieebene stehenden Organisationsmitglieder abgeleitet werden können. Es gelten analog die zugehörigen Erläuterungen.

Abschließend soll noch kurz auf die Probleme, die sich bei der Ermittlung der Konsistenzbedingung in Mehrliniensystemen (vgl. S. 71) ergeben, eingegangen werden. Hier wird der Produktionsprozeß, der in der Produktionsfunktion F_i eines Organisationsmitgliedes P_i zu erfassen ist, nicht nur vom Verhalten der P_i untergeordneten Organisationsmitglieder $P_{j_1}^i$ beeinflußt, sondern auch von dem Verhalten der P_i gleichgeordneten Organisationsmitglieder $P_{i_1'}^i, P_{i_2'}^i, \dots, P_{i_{n_1}'}^i$, die den $P_{j_1}^i$ ebenfalls Weisungen erteilen. P_i muß also aus Verhaltenshypothesen über die gleichgeordneten Organisationsmitglieder in seine Produktionstheorie integrieren. Diese Verhaltenshypothesen beziehen sich aber nicht wie in den vorausgehenden Fällen auf Reaktionen der P_i auf eine Vorgabe von $P_{i_1'}$ ($P_{i_1'}$ muß diese Vorgaben nicht beachten), sondern auf die Frage, welche Entscheidungen die $P_{i_1'}$ autonom treffen und an die $P_{j_1}^i$ weitergeben. Können hierzu geeignete Hypothesen gewonnen werden, so kann P_i die Entscheidungen der $P_{i_1'}$ formal wie eigene Entscheidungen behandeln. Damit liegt die bereits behandelte Problemstellung vor.

3 ANWENDUNG DES ENTWURFES ZU EINER PRODUKTIONSTHEORIE MIT EINBEZIEHUNG ORGANISATIONALER PHÄNOMENE IN EINEM MODELLFALL

Im folgenden Abschnitt soll der oben entwickelte axiomatische Entwurf entsprechend den Korrespondenzregeln auf einen konkreten Modellfall übertragen werden.¹⁾ Damit werden zwei Ziele verfolgt: Zum einen dient der Modellfall der nochmaligen Verdeutlichung der vorausgehend dargestellten allgemeinen Überlegungen. Durch spezielle empirische Interpretation der Axiome wird ihr Bezug zu einem bestimmten Realitätsausschnitt hergestellt; die Korrespondenzregeln, an denen sich die Interpretation orientieren muß, gewinnen einen höheren Anschaulichkeitsgrad. Zum anderen wird die prinzipielle Leistungsfähigkeit des Entwurfs demonstriert. Es wird gezeigt, daß die Axiome einer beispielhaft angenommenen realen Situation gerecht werden.²⁾ Hierbei werden aber auch die Schwierigkeiten, die mit einer konkreten Interpretation der Axiome und zweckentsprechender Auswertung der Konsistenzbedingung verbunden sind, deutlich. Obwohl ein technisch einfach gelagerter Kombinationsprozeß als Ausgangspunkt der Überlegungen gewählt wird, erweist sich die Analyse unter Einbeziehung organisationaler Phänomene als sehr komplex. Zur Erfüllung der gestellten Aufgaben mußte folglich der übliche Umfang von Beispielen überschritten werden.³⁾ Schließlich sei darauf

-
- 1) Zur Funktion von Korrespondenzregeln und zum Begriff des Modells vgl. die Ausführungen auf S. 44 ff.
 - 2) Aus der Entstehungsgeschichte der vorliegenden Arbeit sei hierzu erwähnt, daß das Axiomensystem mehrfach abgeändert werden mußte, da es sich beispielhaft angenommenen Situationen als nicht gewachsen erwies.
 - 3) Trotz des Umfangs der Ausführmengen zum gewählten Modellfall mußte der Modellfall bezüglich der berücksichtigten technischen Phänomene mehrfach vereinfacht werden, um einen als angemessen erachteten Rahmen nicht zu sprengen.

hingewiesen, daß im Modellfall auftretende Probleme den Anstoß zu weiteren, nicht mehr im Rahmen "konstanter Produktionsorganisationen" liegender Überlegungen geben.

3.1 Grundlagen des Modellfalls

3.1.1 Produktionstechnischer Überblick

Gegeben sei ein Zweiproduktbetrieb mit den Produktarten X_1 und X_2 , der zwei Werkstätten S_1 und S_2 umfaßt. In jeder Werkstatt S_i ($i=1, 2$) befinden sich artgleiche Maschinen $M_i^1, M_i^2, \dots, M_i^{n_i}$; deren Anzahl in Werkstatt S_i sei n_i ($i=1, 2$). Die Maschinen werden von je einem Arbeiter bedient. Die Maschinen besitzen jeweils zwei Rüstzustände. Rüstzustand 1 befähigt zur Bearbeitung von Produkt X_1 , Rüstzustand 2 zur Bearbeitung von Produkt X_2 .

Zur Erstellung des Produktes X_1 bedarf es einer Rohstoffart R_1 , die in Werkstatt S_1 bei Rüstzustand i verarbeitet wird ($i = 1, 2$). Dabei wird ein Hilfsstoff H verbraucht (z.B. elektrischer Strom). Es entsteht ein Zwischenprodukt Z_1 , das in einem zwischen W_1 und W_2 befindlichen Lager L_i zwischengelagert werden kann (getrennte Läger für Z_1 und Z_2). Das Zwischenprodukt Z_1 wird in Werkstatt S_2 bei Rüstzustand i unter erneuter Zuhilfenahme des Hilfsstoffes H zu dem Endprodukt X_1 weiterverarbeitet. Die Rohstoffe R_1 , der Hilfsstoff H und die Endprodukte X_1 werden ohne Zwischenlagerung unmittelbar vom Markt bezogen bzw. an ihn weitergegeben. Abb. 12 zeigt den Materialfluß.

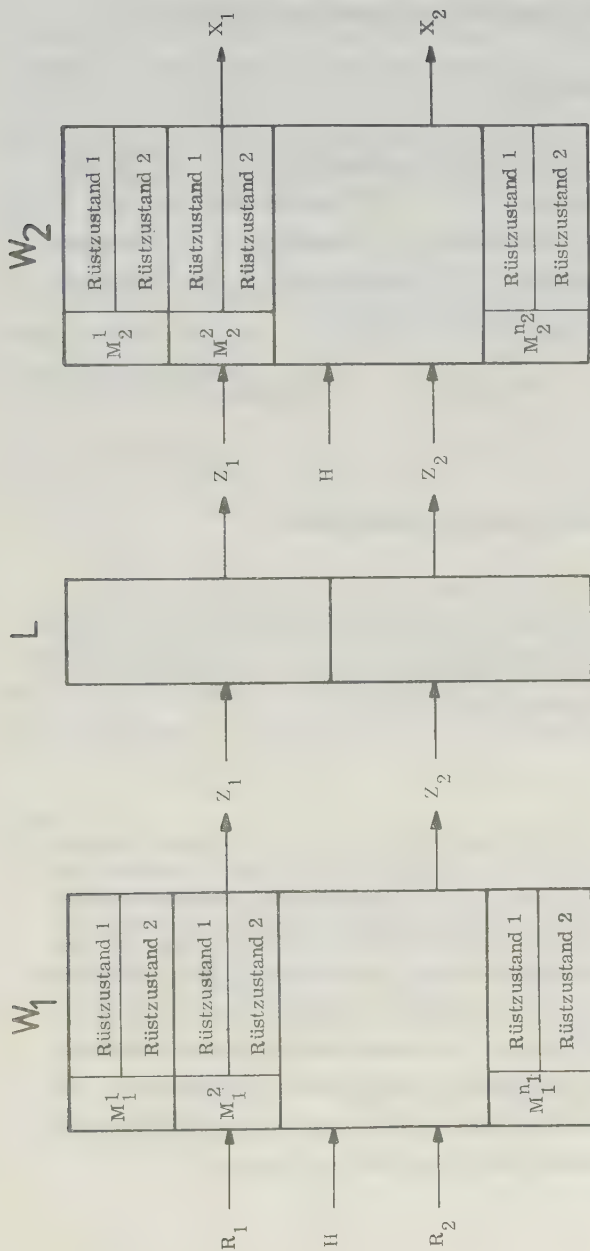


Abb. 12: Materialfluß des Beispiels

3.1.2 Die "konstante Produktionsorganisation" des Modellfalls

3.1.2.1 Personenmehrheit P

Es wird davon ausgegangen, daß die Maschinen $M_1^1, M_1^2, \dots, M_1^{n_1}$ in der Werkstatt S_1 von Arbeitern $P_1^1, P_1^2, \dots, P_1^{n_1}$ bedient werden ($i = 1, 2$). Je Werkstatt ist ein Werkstättenleiter PS_i vorhanden ($i = 1, 2$). Ferner werden als Organisationsmitglieder ein Produktionsleiter P_p , ein "Eigentümer der Produktionsmittel" P_o betrachtet. Damit ist:

$$P = \{ P_1^1, P_1^2, \dots, P_1^{n_1}, P_2^1, P_2^2, \dots, P_2^{n_2}, PS_1, PS_2, P_p, P_o \}.$$

3.1.2.2 Technisch-physiologische Größenmehrheit

Im folgenden werden die im Modellfall zu erfassenden Größen technisch-physiologischer Art gemäß KPO2 angeführt und die Möglichkeit ihrer Messung gemäß KPO3 durch Zeitfunktionen erläutert. Es werden zunächst die die Faktoren betreffenden Größen dargestellt.

(a) Maschinen:

Je Maschine $M_i^1, M_i^2, \dots, M_i^j, \dots, M_i^{n_i}$ in Werkstatt S_i werden zwei Rüstzustände ${}^1RZ_i^j$ und ${}^2RZ_i^j$ (${}^1RZ_i^j$: Bearbeitung Produkt X_1 ; ${}^2RZ_i^j$: Bearbeitung Produkt X_2) unterschieden ($i = 1, 2$). Je Zeitpunkt $t \in [0, T]$ wird in Funktionen ${}^1RZ_i^j(t)$ bzw. ${}^2RZ_i^j(t)$ festgehalten, in welchem Zustand sich die Maschine befindet ($i=1, 2, ; j=1, 2, \dots, n_i$). Je Maschine M_i^j werden also zwei Funktionen angegeben, die die jeweiligen Zustände charakterisieren.

Die Funktionen nehmen genau dann den Wert 1 an, wenn der jeweilige Rüstzustand vorliegt, sonst den Wert 0 (vgl. Abb. 13a) und b)).

Ferner werden je Maschine M_i^j zwei Funktionen ${}^1, {}^2U_i^j(t)$ und ${}^2, {}^1U_i^j(t)$ unterschieden, die die Umrüstzeitpunkte von Rüstzustand ${}^1RZ_i^j$ nach ${}^2RZ_i^j$ (${}^1, {}^2U_i^j(t)$) bzw. von ${}^2RZ_i^j$ nach ${}^1RZ_i^j$ (${}^2, {}^1U_i^j(t)$) angeben. Die Funktionen nehmen in genau den Zeitpunkten t den Wert 1 an, in denen die entsprechende Umrüstarbeit durchgeführt wird, sonst den Wert 0 (vgl. Abb. 13 c) und d)).

Jede Maschine M_i^j soll je Zeitpunkt t nur einen der beiden Rüstzustände einnehmen können oder sich gerade im Zustand des Umrüstens befinden.¹⁾

Dementsprechend gilt:

$$(1) \quad {}^1RZ_i^j(t) + {}^2RZ_i^j(t) + {}^1, {}^2U_i^j(t) + {}^2, {}^1U_i^j(t) = 1$$

$$(i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i)$$

Es wird ferner vorausgesetzt, daß jede Maschine M_i^j mit unterschiedlicher technisch-physikalischer Leistung W am Kombinationsprozeß teilnehmen kann.

Der Verlauf der technisch-physikalischen Leistung in $[0, T]$ soll je Maschine M_i^j in Funktionen $W_i^j(t)$ ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i$) festgehalten werden.²⁾

-
- 1) Von der Möglichkeit des Ausfalls einer Maschine und von der Möglichkeit entsprechender Instandhaltungsmaßnahmen, in denen keiner der genannten Zustände vorliegt, wird also abstrahiert. Es sei aber darauf hingewiesen, daß die Berücksichtigung derartiger Phänomene mit dem entwickelten Instrumentarium durchaus möglich ist. Diese Phänomene können aber im Modellfall vernachlässigt werden, da es von der Problemstellung der vorliegenden Arbeit ausgehend nicht darauf ankommt, möglichst viele technische Phänomene zu erfassen, sondern den Einfluß organisationaler Phänomene auf den Kombinationsprozeß zu analysieren (vgl. auch S. 115)
 - 2) Die Funktionen $W_i^j(t)$ entsprechen den Belastungsfunktionen bei Heinen (vgl. Heinen, E. (1974), S. 299 ff.). Zur graphischen Darstellung derartiger Funktionen vgl. S. 50, Abb. 2.

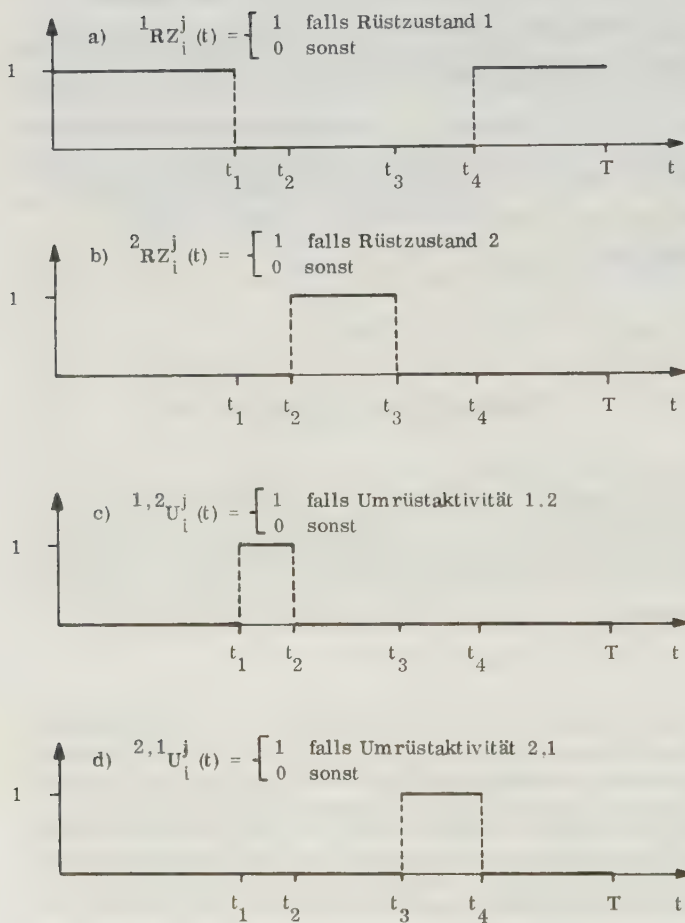


Abb. 13: Charakterisierung der Rüstzustände der Maschine M_i^j

(b) Menschen:

Je Arbeiter P_i^j werden in Einsatzfunktionen $AZ_i^j(t)$ ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i$) die Zeitpunkte des eigentlichen bearbeitenden Einsatzes (Bearbeitungszeitpunkte) erfaßt. Als eigentlicher bearbeitender Einsatz $AZ_i^j(t)$ sollen dabei diejenigen Zeiten gerechnet werden, in denen sich die eigentliche Herstellung der Zwischen- bzw. Endprodukte vollzieht. Die Zeitpunkte, in denen Umrüstarbeiten durchgeführt werden, werden gesondert berücksichtigt (vgl. die Funktionen ${}^{1,2}U_i^j(t)$ bzw. ${}^{2,1}U_i^j(t)$). Die Funktionen $AZ_i^j(t)$ besitzen den Wert 1, wenn im Zeitpunkt t ein eigentlicher bearbeitender Einsatz von P_i^j vorliegt, sonst den Wert 0.

Von den übrigen Organisationsmitgliedern PS_1 , PS_2 , P_p und P_0 wird angenommen, daß ihr Arbeitseinsatz konstant ist. Die Erfassung des Arbeitseinsatzes dieser Organisationsmitglieder erübrigt sich damit.

Als analytische Anforderungsart, mit deren Hilfe die individuelle Belastung der Arbeiter P_i^j im Kombinationsprozeß ausgedrückt werden soll, wird beispielhaft die jeweilige Lärmbelastung AW_i^j an der Maschine M_i^j , die der Arbeiter bedient, gewählt. Die Lärmbelastung wird je Zeitpunkt t in Funktionen $AW_i^j(t)$ aufgezeichnet. Abb. 14 zeigt einen möglichen Verlauf einer dieser Größen.

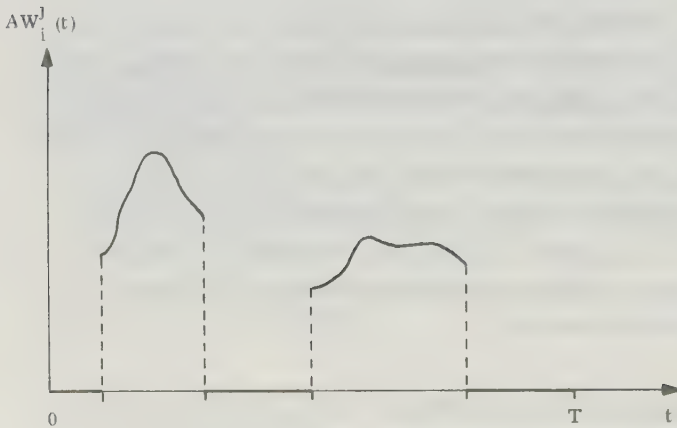


Abb. 14: Möglicher Verlauf der Lärmbelästigung an einer Maschine M_1^j

(c) Werkstoffe, Hilfs- und Betriebsstoffe

Als Faktoreinsatz an Werkstoffen in Werkstatt S_1 müssen die Rohstoffe der Art R_1 und R_2 betrachtet werden. Es soll sich der leichteren mathematischen Darstellung halber um beliebig teilbare Faktoren handeln,¹⁾ deren momentane Einsatzmenge (Einsatzmenge je infinitesimal kleinem Zeitraum) je Zeitpunkt t in Funktionen $R_1^j(t)$ bzw. $R_2^j(t)$ gemessen wird. Für $R_i^j(t)$ ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_1$) kann dabei ein Verlauf wie in Abb. 15 auftreten.

1) Zur Erfassung unteilbarer Faktoren vgl. S. 50 f.

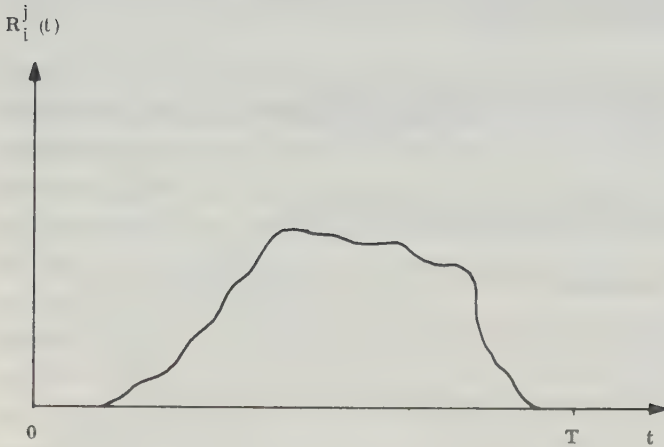


Abb. 15: Möglicher Verlauf des Momentanverzehr an Rohstoff R_i an einer Maschine M_1^j

Analog zur Messung des Verbrauchs an Rohstoffen R_1 und R_2 soll die Erfassung des benötigten Hilfsstoffes H je Maschine M_1^j in Werkstatt S_1 in Funktionen $H_1^j(t)$ erfolgen ($j = 1, 2, \dots, n_1$).

Als Faktoreinsatz an Werkstoffen an den Maschinen M_2^j in Werkstatt S_2 treten die Zwischenprodukte Z_1 und Z_2 auf. Es soll sich wieder um beliebig teilbare Güter handeln, so daß die Darstellung wie bei R_1 und R_2 (vgl. oben) mit Funktionen $Z_1^{ij}(t)$ und $Z_2^{ij}(t)$ gewählt werden kann ($Z_1^{ij}(t)$ = momentaner Verzehr an Zwischenprodukt Z_i im Zeitpunkt t an Maschine M_2^j ($i = 1, 2$; $j = 1, 2, \dots, n_2$); der "'' symbolisiert die Unterscheidung von der Zwischenproduktmenge an Z_i als Ausstoß aus Werkstatt S_1 , da wegen der Möglichkeit der Zwischenlagerung keine Gleichheit zwischen dem momentanen Ausstoß an Z_i und dem momentanen Verzehr an Z_i vorliegen muß).

Der Faktoreinsatz an Hilfsstoff H in Werkstatt S_2 wird analog in Funktionen $H_2^j(t)$ gemessen ($j = 1, 2, \dots, n_2$).

Als Faktorertragsgrößen sind zu berücksichtigen:

(d) Faktorertrag an End- und Zwischenprodukten

Als Faktorertragsgrößen der Maschinen in Werkstatt S_1 müssen die Zwischenproduktmengen an Zwischenprodukten Z_1 und Z_2 analog zur obigen Vorgehensweise in Funktionen $Z_1^j(t)$ bzw. $Z_2^j(t)$ erfaßt werden. Ebenso sind die Faktorertragsmengen an Endprodukten X_i in Funktionen $X_i(t)$ abzubilden. Als unerwünschtes "Produkt" tritt jeweils Lärmbelastung auf, die aber bereits als analytische Anforderungsart aufgezählt wurde.

Die Ausstattung der betrachteten Unternehmung wird durch folgende Größen charakterisiert:

(e) Ausstattungsmerkmale

Die Größe des Anlagenbestandes an Maschinen in Werkstatt S_1 und S_2 wird durch die Größen n_1 und n_2 , die deren jeweilige Anzahl angibt, ausgedrückt. Da vorausgesetzt wurde, daß jeder Arbeiter genau eine Maschine bedient, ist innerhalb einer "konstanten Produktionsorganisation" n_1 und n_2 fest vorgegeben (vgl. Interpretation zu KPO1, S. 47). Der betrachtete Modellfall führt aber insofern über diesen Fall hinaus, als auch die "konstante Produktionsorganisation" durch Veränderung der Größen n_1 und n_2 einer Disposition unterliegen kann. Hiervon sei im folgenden ausgegangen. Die Größen N_1 und N_2 geben dann die Anzahl der verfügbaren Maschinen als Anlagen-

bestand in der Periode $[0, T]$ wieder.¹⁾ Mit erfaßt wird in diesen Größen auch stets der mit der Maschinenzahl gleiche Bestand an Arbeitern P_1^j .

Weitere technisch-physiologische Größen können durch die oben angeführten Größen durch geeignete Definitionen ausgedrückt werden. Dies trifft z. B. für die Maschinenbelegung und die Losgröße sowie für die Lagermengen an Zwischenprodukten zu.²⁾ Soweit diese Größen im Fortgang der Untersuchung benötigt werden, werden sie dort durch Definition eingeführt. Die Aufzählung als Größe der technisch-physiologischen Größenmehrheit X erfolgt deshalb nicht, um X nicht unnötig auszuweiten.

Andere technisch-physiologische Größen, die in realen Kombinationsprozessen eine Rolle spielen können, werden im Modellfall vernachlässigt. Es handelt sich hierbei insbesondere um die Phänomene des Maschinenverschleißes und der Instandhaltung sowie des Transportes. Eine Aufnahme entsprechender Größen in den Modellfall ist zwar prinzipiell möglich, doch wird damit die Darstellung der technischen Zusammenhänge erheblich komplexer. Zugunsten einer besseren Überschaubarkeit des Modellfalls und der Betonung organisationaler Phänomene wird folglich hiervon abgesehen.

Es kann also die Menge X der technisch-physiologischen Größen wie folgt zusammengefaßt werden:

$$X = \{ {}^1RZ_1^j, {}^2RZ_1^j, {}^{1,2}U_1^j, {}^{2,1}U_1^j, W_1^j, AZ_1^j, AW_1^j, R_F^j, R_2^j, H_1^j, H_2^j, \\ Z_1^j, Z_2^j, Z_1^j, Z_2^j, X_1^j, X_2^j, N_1, N_2; i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i \}$$

-
- 1) In Abweichung von Axiom KPO3 sind N_1 und N_2 nicht zeitpunkt-, sondern totalperiodenbezogene Größen.
 - 2) Die Maschinenbelegung und Losgröße kann durch die Größen für die Rüstzustände bzw. die Zwischen- bzw. Endproduktmengen ausgedrückt werden. Die Lagermenge an Z_1 ergibt sich aus dem Ausstoß an Z_1 aus S_1 und dem Verzehr an Z_1 in S_2 .

Die Bedeutung der Größen ist nochmals in Anhang 1 aufgelistet. Die Messung der Größen gemäß KPO3 wurde bereits besprochen.

3.1.2.3 Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche

Innerhalb der Produktionsorganisation des Modellfalls sollen folgende Entscheidungsdezentralisation E gemäß KPO4 (vgl. S. 52 ff.) und folgende Vorgabegrößenmenge V gemäß KPO11 (vgl. S. 64 ff.) vorliegen:

(a) "Eigentümer der Produktionsmittel" P_0

Der "Eigentümer der Produktionsmittel" P_0 entscheidet über die Anzahl der Maschinen und Arbeiter N_1 und N_2 je Produktionsperiode in den Werkstätten S_1 und S_2 . Daß damit der vorausgehend festgelegte Rahmen einer "konstanten Produktionsorganisation" erweitert wird, wurde bereits hervorgehoben (vgl. S. 124 f.). Durch die Veränderung von N_1 und N_2 entstehen also jeweils neue "konstante Produktionsorganisationen", die alternativ betrachtet werden. Der Modellfall zeigt demgemäß hier eine Möglichkeit zur Erweiterung der in diesem Punkt eng angelegten Definition von KPO.

Es ist:

$$EP_0 = \{ N_1, N_2 \}$$

Die Entscheidungsgrößen von P_0 sind totalperiodenbezogene Entscheidungsgrößen; ihre Definitionsfunktionen gemäß KPO6 (vgl. S. 53 ff.) sind die identischen Abbildungen (vgl. S. 56, Fn. 1).

Der "Eigentümer der Produktionsmittel" P_0 hat von ihm nicht beeinflussbare Absatzobergrenzen $\bar{X}_i$ für die je Periode $[0, T]$ absetzbaren Produktmengen

X_i ($i = 1, 2$) als externe Vorgaben (Daten) zu beachten.

Es ist:

$$VP_o = \{ X_1, X_2 \}$$

Die Vorgabenerreichungsfunktionen gemäß KPO13 (vgl. S. 67 ff.) für diese totalperiodenbezogenen Vorgabegrößen sind:¹⁾

$$(2) \quad \bar{X}_1 = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T X_1^j(t) dt$$

$$(2) \quad \bar{X}_2 = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T X_2^j(t) dt$$

(b) Produktionsleiter P_p

Der Produktionsleiter P_p unterliegt den durch Entscheidung von P_o bestimmten Größen N_1 und N_2 (vgl. (a)) als Vorgaben.

Es ist:

$$VP_p = \{ N_1, N_2 \}$$

Als Entscheidungsgrößen verfügt P_p über die je Arbeitstag k der Produktionsperiode insgesamt zu fertigende Menge $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ an Endprodukten X_1 und X_2 , sowie über die insgesamt je Arbeitstag k der Produktionsperiode zu fertigende Menge $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ an Zwischenprodukten Z_1 und Z_2 .

1) Der je Maschine M_2^j je Periode erstellte Faktorausstoß an Endprodukt X_1 wird durch Integration über die Funktion $X_1^j(t)$ erhalten. Der Gesamtausstoß an Endprodukt X_1 ergibt sich durch Summation über den Periodenausstoß der einzelnen Maschinen.

Dementsprechend ist:¹⁾

$$EP_P = \{X_{1,k}, X_{2,k}, Z_{1,k}, Z_{2,k}; (k = 1, 2, \dots, T)\}$$

Die Entscheidungsgrößen von P_P sind teilperiodenbezogene Entscheidungsgrößen. Ihre Definitionsfunktionen gemäß KPO6 lauten:²⁾

$$(4) \quad X_{1,k} = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k X_1^j(t) dt$$

$$(5) \quad X_{2,k} = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k X_2^j(t) dt$$

$$(6) \quad Z_{1,k} = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k Z_1^j(t) dt$$

$$(7) \quad Z_{2,k} = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k Z_2^j(t) dt$$

(c) Werkstättenleiter PS_1 (Werkstatt S_1)

Der Werkstättenleiter PS_1 muß die Entscheidung des Produktionsleiters P_P über die insgesamt je Arbeitstag k zu fertigenden Zwischenproduktmengen $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ als Vorgaben beachten.

1) Der Index k soll im folgenden zur Numerierung der Arbeitstage der Produktionsperiode $[0, T]$ dienen. Zur Vereinfachung der formalen Darstellung bedeutet k als Zeitindex gleichfalls das Ende des k -ten Arbeitstages (z. B. $t \in [k-1, k]$ bedeutet, daß t Zeitpunkte des k -ten Arbeitstages umfaßt).

2) Vgl. zur Begründung S. 56 , Fußnote 2)

Folglich ist:

$$VPS_1 = \{ Z_{1,k}, Z_{2,k} \}$$

In der Entscheidungsbefugnis von PS_1 liegt die Entscheidung über die je Maschine M_1^j je Arbeitstag k zu produzierende Menge $Z_{1,k}^j$ und $Z_{2,k}^j$ an Zwischenprodukten Z_1 und Z_2 .

Entsprechend ist:

$$EPS_1 = \{ Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j \}$$

Die Definitionsfunktionen für diese teilperiodenbezogenen Entscheidungsfunktionen lauten:

$$(8) \quad Z_{1,k} = \int_{t=k-1}^k Z_{1,k}^j(t) dt$$

$$(9) \quad Z_{2,k} = \int_{t=k-1}^k Z_{2,k}^j(t) dt$$

(d) Werkstättenleiter PS_2 (Werkstatt S_2)

Analog zu Werkstättenleiter PS_1 gilt:

$$VPS_2 = \{ X_{1,k}, X_{2,k} \}$$

$$EPS_2 = \{ X_{1,k}^j, X_{2,k}^j \}$$

PS_2 muß also die Entscheidung des Produktionsleiters über die Endproduktmenge $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ beachten. PS_2 entscheidet im Rahmen dieser Vorgabe über die arbeitstäglichen Endproduktmengen $X_{1,k}^j$ und $X_{2,k}^j$ an jeder Maschine M_2^j . Die Definitionsfunktionen zu diesen Entscheidungsgrößen lauten:

$$(10) \quad X_{1,k}^j = \int_{t=k-1}^k X_{1,k}^j(t) dt$$

$$(11) \quad X_{2,k}^j = \int_{t=k-1}^k X_{2,k}^j(t) dt$$

(e) Arbeiter P_1^j in Werkstatt S_1

Jeder Arbeiter P_1^j ($j = 1, 2, \dots, n_1$) in Werkstatt S_1 muß die an ihn gerichteten Zwischenproduktmengenvorgaben $Z_{1,k}^j$ und $Z_{2,k}^j$ je Arbeitstag k einhalten (vgl. Entscheidungsbereich von PS_1).

Folglich gilt:

$$VP_1^j = \{ Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j \}$$

Im Rahmen dieser Vorgaben entscheidet P_1^j autonom je Zeitpunkt über die technisch-physikalische Leistung W_1^j der von ihm bedienten Maschine M_1^j . Ebenso entscheidet P_1^j über die Zeitpunkte des von ihm geleisteten eigentlichen bearbeitenden Arbeitseinsatzes AZ_1^j und über die Umrüstzeitpunkte (d. h. die Größen $^{1,2}U_1^j$ und $^{2,1}U_1^j$).

Entsprechend ist:

$$EP_1^j = \{ W_1^j, AZ_1^j, ^{1,2}U_1^j, ^{2,1}U_1^j \}$$

Die Definitionsfunktionen dieser zeitpunktbezogenen Entscheidungsgrößen sind die identischen Abbildungen.

(f) Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2

Analog zu den Arbeitern in S_1 müssen die Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2 die an sie gerichteten Endproduktmengenvorgaben $X_{1,k}^j$ und $X_{2,k}^j$ je Arbeitstag k einhalten.

Folglich ist:

$$VP_2^j = \{ X_{1,k}^j, X_{2,k}^j \}$$

Die Arbeiter P_2^j entscheiden analog zu den Arbeitern P_1^j über die Leistung W_2^j , die eigentlichen Bearbeitungszeitpunkte AZ_2^j und die Umrüstzeitpunkte $1,2_{U_2}^j$ und $2,1_{U_2}^j$.

Es ist:

$$EP_2^j = \{ W_2^j, AZ_2^j, 1,2_{U_2}^j, 2,1_{U_2}^j \}$$

Als Definitionsfunktionen zu diesen Entscheidungsgrößen liegen die identischen Abbildungen vor.

Die Vorgabe- bzw. Entscheidungsgrößen sind nochmals in Anhang 1 angeführt.

Entsprechend (D10) (vgl. S. 72 ff.) liegt eine 'konstante Produktionsorganisation mit einheitlicher Weisungsbefugnis' vor. Die Weisungsstruktur ist in Abb. 16 zusammengefaßt.

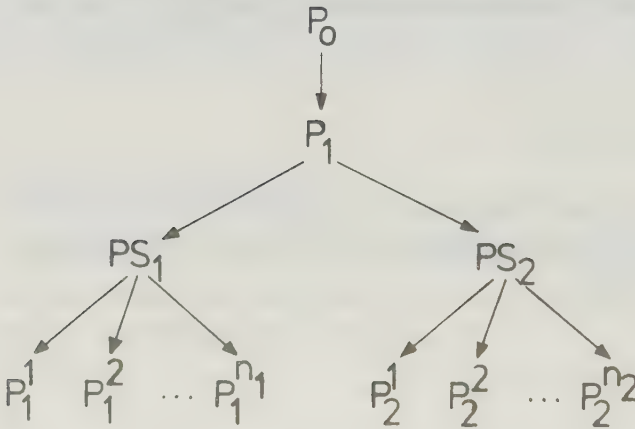


Abb. 16: Weisungsstruktur des Modellfalls

3.1.2.4 Zielsetzungen

Entsprechend zu den Axiomen KPO7, KPO8, KPO9 und KPO10 (vgl. S. 57 ff.) sollen folgende Zielsetzungen mit folgenden Zielerreichungsfunktionen und folgenden Nutzenbildungen bzw. Anspruchsniveaus vorliegen:

(a) Arbeiter

Es wird davon ausgegangen, daß die Arbeiter P_i^j neben einem Fixbetrag je Produktionsperiode ausschließlich in Abhängigkeit von der von ihnen erstellten Produktmenge entlohnt werden. Da die je Arbeiter zu erstellende

Produktmenge aber nicht im Beeinflussungsbereich der Arbeiter liegt (sie wird als einzuhaltende Vorgabe von den Werkstättenleitern bestimmt), ist die über die erstellte Produktmenge bestimmte Entlohnung als Ziel im Sinn eines Entscheidungskriteriums für die Arbeiter nicht sinnvoll. Vielmehr wird davon ausgegangen, daß die Arbeiter eine möglichst kurze Gesamtarbeitszeit $GAZ_{i,k}^j$ je Arbeitstag k anstreben (nach Vollendung der vorgeschriebenen Stückzahl kann der Betrieb verlassen werden) und hierbei arbeitstäglich einer möglichst geringen durchschnittlichen Lärmbelastung $AW_{i,k}^j$ ausgesetzt sein wollen. Diese teilperiodenbezogenen Zielsetzungen können durch folgende Zielerreichungsfunktion beschrieben werden:¹⁾

$$(12) \quad GAZ_{i,k}^j = \int_{t=k-1}^k AZ_i^j(t)dt + \int_{t=k-1}^k 1,2U_i^j(t)dt + \int_{t=k-1}^k 2,1U_i^j(t)dt$$

$$(13) \quad AW_{i,k}^j = \frac{\int_{t=k-1}^k AW_i^j(t)dt}{GAZ_{i,k}^j}$$

Es wird gemäß KPO10 folgende Nutzenfunktion der Zielerreichungsgrade unterstellt:

$$(14) \quad -N_{i,k}^j = S_{i,k}^j = GAZ_{i,k}^j + AW_{i,k}^j$$

($N_{i,k}^j$ = Nutzen von P_i^j am Arbeitstag k)

Da Lärmbelastung und Arbeitszeit negativ empfunden werden, ist die Nutzenfunktion stets negativ. Ihr absoluter Wert $S_{i,k}^j$ soll Schaden genannt werden;

1) Die Gesamtarbeitszeit ist gleich der Summe aus eigentlicher bearbeiten-der Arbeitszeit und Umrüstzeit. Diese Zeiten werden durch Integration über die Zeitpunkte des jeweiligen Arbeitseinsatzes gewonnen. Die mittlere Lärmbelastung wird durch Integration über die momentane Lärmbelastung und Division dieser Größe durch die Gesamtarbeitszeit $GAZ_{i,k}^j$ erhalten.

mit der Zielsetzung, den arbeitstäglichen Schaden zu minimieren. Zur Vereinfachung der mathematischen Darstellung wird dabei davon ausgegangen, daß die Arbeiter erhöhte Lärmbelästigung und erhöhte Arbeitszeit gleich gewichten.¹⁾

Entsprechend den oben angegebenen Zielerreichungsfunktionen sind die für P_i^j zielrelevanten Größen:

$$RZP_i^j = \{ AZ_i^j, AW_i^j, {}^{1,2}U_i^j, {}^{2,1}U_i^j \}$$

(b) Werkstättenleiter

Von den Werkstättenleitern PS_i ($i = 1, 2$) wird angenommen, daß sie die Minimierung der arbeitstäglich anfallenden Gesamtkosten innerhalb ihres Werkstattbereiches S_i anstreben. Als Kostenkomponenten sind dabei je Maschine M_i^j bzw. je Arbeiter P_i^j die mit festen Preisen bewerteten Verzehrsmengen an Rohstoffen R_i bzw. Zwischenprodukten Z_i sowie an Hilfsstoff H zu berücksichtigen. Lohnkosten gehen hingegen in den Kalkül nicht ein, da diese von den Werkstättenleitern nicht beeinflußt werden können (der Fixbetrag je Arbeiter ist durch Entscheidungen der Werkstättenleiter nicht beeinflussbar; ebenso werden die den Stücklohn bestimmenden End- bzw. Zwischenproduktmengen $Z_{i,k}$ je Arbeitstag k vom Produktionsleiter P_p vorgegeben).

Es liegen also folgende Zielsetzungen mit folgenden Zielerreichungsfunktionen vor:

1) Prinzipiell sind natürlich auch andere Gewichtungsfaktoren und nicht-lineare Nutzenfunktionen zugelassen.

Werkstättenleiter PS_1 :

$$(15) \quad KS_{1,k} = \sum_{i=1,2} pr_i \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k R_i^j(t) dt + ph \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k H_1^j(t) dt$$

mit:

$KS_{1,k}$ = Von PS_1 zu berücksichtigende Kosten am Arbeitstag k
(Zielgröße)

pr_i = Preis des Rohstoffes R_i

ph = Preis des Hilfsstoffes H

Für Werkstättenleiter PS_2 gilt analog:

$$(16) \quad KS_{2,k} = \sum_{i=1,2} pz_i \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k Z_i^j(t) dt + ph \cdot \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k H_2^j(t) dt$$

mit:

$KS_{2,k}$ = Von PS_2 zu berücksichtigende Kosten an Arbeitstag k
(Zielgröße)

pz_i = Preis des Zwischenproduktes Z_i (durch ein Verfahren der Kostenrechnung ermittelt¹⁾)

Es wird jeweils die Minimierung dieser Kosten angestrebt.

Entsprechend den Zielerreichungsfunktionen sind die für PS_1 zielrelevanten Größen:

$$RZPS_1 = \left\{ R_i^j, H_1^j; (i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_1) \right\}$$

$$RZPS_2 = \left\{ Z_i^j, H_2^j; (i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_2) \right\}$$

1) Vgl. zu Verfahren der Ermittlung von Verrechnungspreisen Riebel, P. / Paudtke, H. / Zscherlik, W. (1973).

(c) Produktionsleiter P_p

Es wird angenommen, daß der Produktionsleiter P_p Gewinnmaximierung je Produktionsperiode anstrebt.

Als Erlöse E sind hierbei die mit festen Marktpreisen bewerteten abgesetzten Produktmengen zu rechnen.

$$(17) \quad E = \sum_{i=1,2} p x_i \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T x_i^j(t) dt$$

mit

$p x_i$ = Preis je Einheit des Produktes X_i

An Kosten K_p treten die Kosten für die Rohstoffe R_i , den Hilfsstoff H sowie die Löhne, die an die Arbeiter in Abhängigkeit von den hergestellten End- bzw. Zwischenproduktmengen zu zahlen sind, auf. Die Kosten für die Maschinen, die Fixlöhne für die Arbeiter und die Löhne für die Werkstättenleiter bleiben als durch Entscheidung von P_p unbeeinflussbare Größen außer Ansatz.¹⁾

Es ist also:

$$(18) \quad KP = \sum_{i=1,2} p r_i \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=0}^T R_i^j(t) dt + p h \sum_{i=1,2} \sum_{j=1}^{n_i} \int_{t=0}^T H_i^j(t) dt + \sum_{i=1,2} p l_{1,k} \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=0}^T Z_i^j(t) dt + \sum_{i=1,2} p l_{2,i} \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T X_i^j(t) dt$$

1) Von den durch den Produktionsleiter P_p errechneten Gewinn sind also diese Kosten zur Ermittlung des tatsächlichen Gewinns abzuziehen.

mit:

$pl_{1,i}$ = Lohnkosten in Werkstatt S_1 je Maßeinheit des Zwischenproduktes Z_i

$pl_{2,i}$ = Lohnkosten in Werkstatt S_2 je Maßeinheit des Endproduktes X_i

Zielsetzung ist die Maximierung des Gewinns

$$(19) \quad G_p = E - K_p \longrightarrow \text{Max!}$$

Entsprechend den Zielerreichungsfunktionen sind die für P_p zielrelevanten Größen:

$$RZK_p = \{ X_i^j, Z_i^j, R_i^j, H_i^j, (i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i) \}$$

(d) "Eigentümer der Produktionsmittel" P_o

Der "Eigentümer der Produktionsmittel" P_o verfolgt ebenfalls Gewinnmaximierung, wobei aber auf der Kostenseite zusätzlich die fixen Lohnkosten für die Arbeiter, die Gehälter für die Werkstättenleiter und für den Produktionsleiter sowie die Kosten für die Maschinen je Produktionsperiode beachtet werden müssen. Dementsprechend ist:

$$K_o = K_p + pn_1 \cdot N_1 + pn_2 \cdot N_2 + KPW_1 + KPW_2 + KP_p$$

mit:

K_o = Kosten je Produktionsperiode

K_p = Kosten gemäß (18)

pn_1 = fixe Lohnkosten für die Arbeiter in Werkstatt S_1 + Kosten der Maschinen in Werkstatt S_1 pro Periode

pn_2 = fixe Lohnkosten für die Arbeiter in Werkstatt S_2 + Kosten der Maschinen in Werkstatt S_2 pro Periode

KPW_i = Gehalt des Werkstättenleiters PW_i je Periode

KP_p = Gehalt des Produktionsleiters P_p je Periode

Die für P_0 zielrelevanten Größen sind entsprechend:

$$RZP_0 = \left\{ X_i^j, Z_i^j, R_i^j, H_i^j, N_1, N_2; (i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_i) \right\}$$

Die bei der Darstellung der Zielmehrheit auftretenden Zielgrößen und die zugehörigen Bewertungsgrößen sind nochmals im Anhang 1 zusammengefaßt.

3.2 Produktionstheorie und Produktionsplanung im Modellfall

Ziel der folgenden Ausführungen ist entsprechend der vorausgehend erläuterten Aufgabenstellung der vorliegenden Arbeit (vgl. S. 85 ff.), den Zusammenhang zwischen den Teil-Produktionstheorien der Organisationsmitglieder des Modellfalls aufzuzeigen. Hierzu werden gemäß der Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" (vgl. S. 108 ff.) von den erweiterten Produktionsfunktionen der Arbeiter P_i^j ausgehend unter Zuhilfenahme von Hypothesen über das Verhalten der Organisationsmitglieder die Produktionsfunktionen der übergeordneten Organisationsmitglieder abgeleitet. Die Hypothesen über das Verhalten der Organisationsmitglieder werden dabei entsprechend der oben aufgezeigten Vorgehensweise durch Analyse der Probleme der Produktionsplanung der Organisationsmitglieder gewonnen (vgl. S. 94 ff.). Gleichzeitig wird damit demonstriert, daß die Teil-Produktionstheorien in Form der Produktionsfunktionen der Organisationsmitglieder als Grundlage der Produktionsplanung der jeweiligen Organisationsmitglieder dienen können.

3.2.1 Teilproduktionstheorien der Arbeiter P_i^j

Wie vorausgehend bestimmt (vgl. S. 74 ff.), müssen die Produktionsfunktionen F_i^j zu den Teil-Produktionstheorien der Arbeiter P_i^j die Entscheidungen der Arbeiter als unabhängige Variable (Inputvariable) und die für die Arbeiter vorgaberelevanten und zielrelevanten Größen als abhängige Variable (Outputvariable) enthalten.

Als Inputvariable der Produktionstheorie eines Arbeiters P_i^j ($i = 1, 2$; $j = 1, 2, \dots, n_i$) treten folglich die durch die Entscheidung des Arbeiters bestimmte technisch-physikalische Leistung W_i^j der Maschine, die Zeitpunkte des eigentlichen bearbeitenden Arbeitseinsatzes AZ_i^j sowie die Umrüstvariablen ${}^{1,2}U_i^j$ und ${}^{2,1}U_i^j$ auf.

Als Outputvariable sind als zielrelevante Größen die Größen ${}^{1,2}U_i^j$, ${}^{2,1}U_i^j$, AZ_i^j sowie AW_i^j als Determinanten der Gesamtarbeitszeit bzw. der Lärmbelastung zu erfassen. Als vorgaberelevante Größe ist der Momentanausstoß an End- bzw. Zwischenprodukten X_i^j bzw. Z_i^j zu berücksichtigen.

Abb. 17 zeigt die Input- und Outputgrößen.

Sollen in späteren Schritten gemäß der Konsistenzbedingung die Produktionsfunktionen der übergeordneten Organisationsmitglieder aus den Produktionsfunktionen F_i^j der Arbeiter P_i^j abgeleitet werden, so müssen diese um die für die übergeordneten Organisationsmitglieder vorgaberelevanten und zielrelevanten Größen erweitert werden (vgl. S. 101 ff. und S. ff.). Es sind dies entsprechend den Voraussetzungen die Größen für den Verbrauch R_i^j an Rohstoffen bzw. den Verbrauch Z_i^j an Zwischenprodukten sowie den Verbrauch H_i^j an Hilfsstoff. Die Erweiterung muß hierbei sachspezifisch erfolgen (vgl. S. 108 f.), d.h., die Produktionsfunktionen der Arbeiter P_1^j aus Werkstatt S_1 sind um den Rohstoffverbrauch und um den Hilfsstoffverbrauch H_1^j (Hilfsstoffverbrauch in S_1), die Produktionsfunktionen der Arbeiter P_2^j aus Werkstatt S_2 um den Zwischenproduktverbrauch

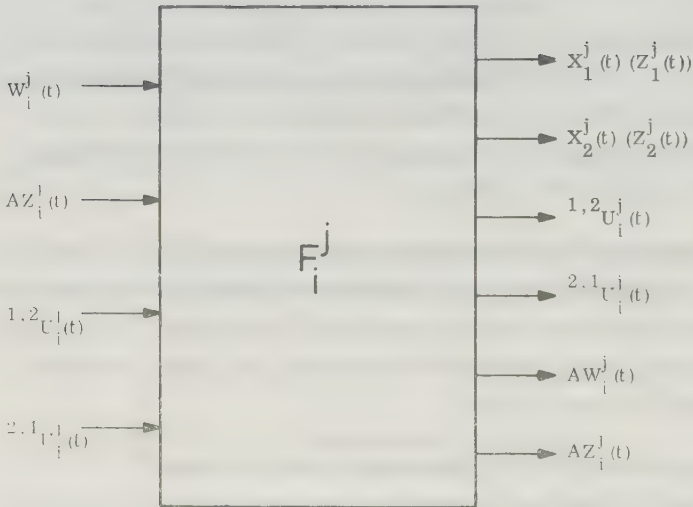


Abb. 17: Input- und Outputvariable der Produktionsfunktionen F_i^j der Arbeiter P_i^j

und um den Hilfsstoffverbrauch H_2^j (Hilfsstoffverbrauch in S_2) zu erweitern. Abb. 18 zeigt die Input- und Outputvariablen der so erweiterten Produktionsfunktionen F_i^{lj} .¹⁾

Bei den weiteren Ausführungen werden die im folgenden erläuterten funktionalen Zusammenhänge zwischen den Input- und Outputvariablen der erweiterten Produktionsfunktionen F_i^{lj} unterstellt.²⁾ Die Überlegungen wer-

1) Die Produktionsfunktionen F_i^{lj} bilden, da sie um die für alle übergeordneten Organisationsmitglieder vorgegebene- und zielrelevanten Größen erweitert wurden, mehrfach erweiterte Produktionsfunktionen im Sinn der Definition (D13), S. 106.

2) Die Annahmen orientieren sich hierbei - da in den Produktionsfunktionen der Arbeiter als unterster Hierarchieebene ausschließlich technische Phänomene zu berücksichtigen sind (vgl. S. 105 f.) - an

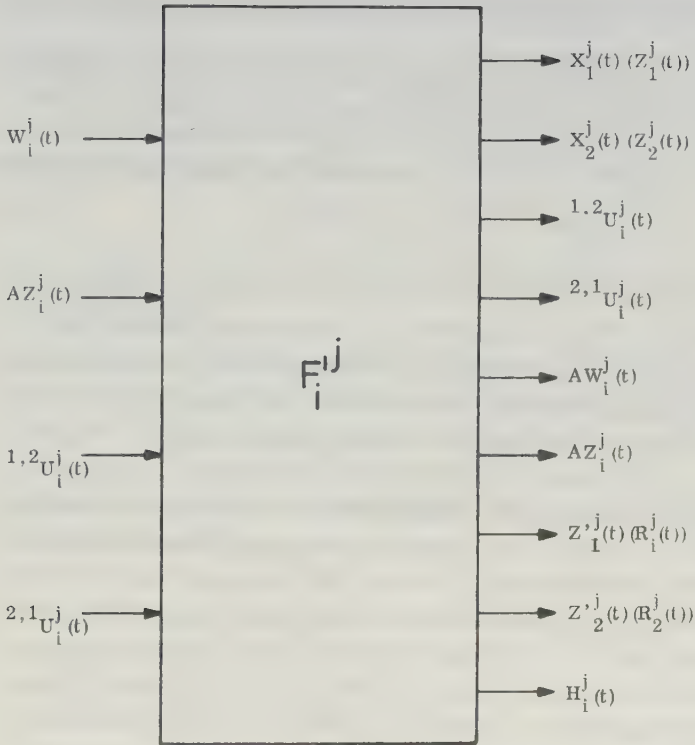


Abb. 18: Input- und Outputvariable der erweiterten Produktionsfunktion F_i^j der Arbeiter P_i^j

den dabei wegen der unterschiedlichen Produktionsvorgänge an den Maschinen in Werkstatt S_1 und an den Maschinen in Werkstatt S_2 getrennt nach den Werkstätten durchgeführt.

den produktionstheoretischen Annahmen der bestehenden Produktionstheorien, insbesondere der Produktionsfunktion vom Typ B. Eine Diskussion dieser Annahmen bildet jedoch - wie bereits oben betont (vgl. S. 85 f.) - nicht den Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

(a) Erweiterte Produktionsfunktionen F_1^j der Arbeiter P_1^j in Werkstatt S_1

Für jede der identischen Maschinen M_1^j in Werkstatt S_1 ist nach Voraussetzung eine Produktionsfunktion F_1^j der folgenden Art zu bilden:

$$(18) \quad (Z_1^j(t), Z_2^j(t), {}^{1,2}U_1^j(t), {}^{2,1}U_1^j(t), AZ_1^j(t), AW_1^j(t), R_1^j(t), R_2^j(t), H_1^j(t)) = F_1^j({}^{1,2}U_1^j(t), {}^{2,1}U_1^j(t), W_1^j(t), AZ_1^j(t))$$

Wird die vektorwertige Funktion F_1^j in ihre Komponenten zerlegt (diese seien $F_1^j|_{Z_1}$, $F_1^j|_{Z_2}$ usw. bezeichnet), so liegt für einige Komponenten die identische Abbildung vor. Es sind dies diejenigen Größen, die als Input- und Output auftreten, nämlich die Größen ${}^{1,2}U_1^j$, ${}^{2,1}U_1^j$ und AZ_1^j . Die Analyse muß sich also auf die restlichen Beziehungen konzentrieren.

Die produktionstechnischen Zusammenhänge an den Maschinen M_1^j werden wesentlich davon bestimmt, in welchem Rüstzustand RZ sich die Maschine befindet. Liegt Rüstzustand 1 vor (d.h. ${}^1RZ_1^j = 1$), so wird nur der Rohstoff R_1 verzehrt und nur das Zwischenprodukt Z_1 erstellt. Liegt Rüstzustand 2 vor (d.h. ${}^2RZ_1^j = 1$) so wird nur R_2 verzehrt und Z_2 erstellt. Es muß also zunächst untersucht werden, wie der Rüstzustand der Maschinen M_1^j durch die Umrüstaktivitäten ${}^{1,2}U_1^j$ und ${}^{2,1}U_1^j$ bestimmt wird. Dabei wird von folgenden Prämissen ausgegangen:

(α) Im Zeitpunkt $t = 0$ liegt der Rüstzustand 1 vor, d.h. ${}^1RZ_1^j(0) = 1$.

(β) Der Rüstzustand ${}^{r_1}RZ_1^j$ ($r_1 = 1, 2$) kann durch Umrüsten ${}^{r_2, r_1}U_1^j$ aus dem Rüstzustand ${}^{r_2}RZ_1^j$ ($r_2 \neq r_1$) erhalten werden. Die Umrüstvorgänge haben eine feste Zeitdauer, diese beträgt vom Rüstzustand 1 nach Rüstzustand 2 $t_{1,2}$ (≈ 20 Minuten) und von Rüstzustand 2 nach Rüstzustand 1 $t_{2,1}$ (≈ 30 Minuten). Kürzere Umrüstvorgänge bleiben ohne Wirkung auf den Rüstzustand, längere Umrüstvorgänge haben keinen zusätzlichen Effekt.

(γ) Während der Umrüstvorgänge werden außer menschlicher Arbeitskraft keine Faktoren verzehrt, es werden keine Produkte erstellt.

Der Rüstzustand r_1 ($r_1 = 1, 2$) liegt also genau dann vor (d.h. es gilt ${}^{r_1}RZ_1^j(t)$ genau dann), wenn in einem vorausgehenden Zeitraum eine Um-
rústarbeit der vorgeschriebenen Länge von r_2 nach r_1 stattfand (d.h., wenn
für alle $t' \in [t_1, t_2]$ mit $|t_2 - t_1| = 1_{r_2, r_1}$ mit $t_2 < t$ gilt: ${}^{r_2 r_1}U_1^j(t') = 1$) und
nach diesem Zeitraum keine weiteren, den Rüstzustand r_2 bewirkenden Um-
rústarbeiten mehr durchgeführt wurden (d.h. ${}^{r_1, r_2}U_1^j(t'') = 0$ für
 $t_2 < t'' < t$).

Bei den folgenden Ausführungen kann also nach den Rústzuständen 1 und 2
unterschieden werden.¹⁾

Es sei zunächst ein Zeitpunkt t mit ${}^1RZ_1^j(t) = 1$ gegeben, d.h. an Maschine
 M_1^j liegt in t der Rústzustand 1 vor. Dann ist für jeden Input $AZ_1^j(t)$ und
 $W_1^j(t)$ $R_2^j(t) = 0$ und $Z_2^j(t) = 0$, d.h. der Rohstoff R_2 wird nicht verzehrt und
Zwischenprodukt Z_2 nicht erstellt. Für den Verzehr an Rohstoff R_1 , an
Hilfsstoff H sowie für die erstellte Zwischenproduktmenge an Zwischenpro-
dukt Z_1 und die Lármbelastung AW_{soll} gelten:

$$\begin{aligned} Z_1^j(t) &= 1 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \\ R_1^j(t) &= 2 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \\ H_1^j(t) &= 1 \cdot AZ_1^j(t) \cdot f_H(W_1^j(t)) \\ AW_1^j(t) &= 1,5 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \end{aligned} \quad (19)$$

Die erstellte momentane Zwischenproduktmenge ist also proportional
zur technisch-physikalischen Leistung der Maschine, sofern gleichzeitig
ein Arbeitseinsatz des Arbeiters P_1^j vorliegt ($AZ_1^j(t) = 1$). Dieselbe Be-
dingung gilt für den Rohstoffverzehr $R_1^j(t)$ sowie die Lármbelástigung
(Proportionalitätsfaktoren 2 bzw. 1,5). Der Verzehr an Hilfsstoff H ist
eine Funktion f_H der technisch-physikalischen Leistung bei gleichzeitigem
Arbeitseinsatz, wobei für f_H der in Abb. 19 dargestellte Kurvenverlauf

1) Bezúglich der Zeitpunkte, in denen keiner der beiden Rústzustände
vorliegt (d.h. der Umrústzeitpunkte, wird auf Annahme(8) verwiesen.

unterstellt wird.¹⁾

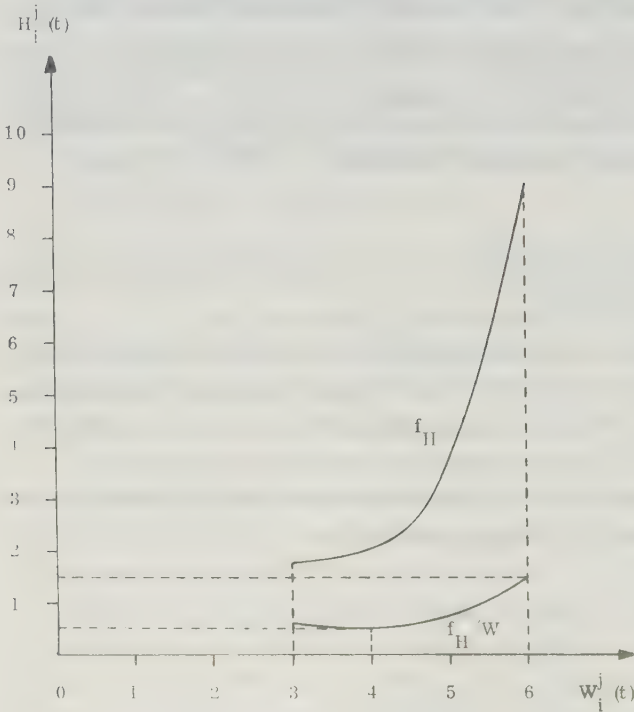


Abb.19: Verzehr an Hilfsstoff H in Abhängigkeit von der physikalischen Leistung W (Funktion f_H); Verzehr an H je Leistungseinheit in Abhängigkeit von W (Funktion $f_{H/W}$)

Als Nebenbedingungen für den Definitionsbereich der Inputgrößen AZ_1^j und W_1^j ist zu beachten, daß der Kombinationsprozeß nur dann stattfinden kann, wenn ein eigentlicher bearbeitender Einsatz des Arbeiters P_1^j mit einer positiven physikalischen Leistung W_1^j der Maschine M_1^j zusammentrifft. Es

1) Die ebenfalls in Abb. 19 eingetragene Funktion $f_H(W)/W$ entspricht den Verbrauchsfunktionen bei Gutenberg und Heinen (vgl. Gutenberg, E. (1972), S. 326 ff.; Heinen, E. (1974), S. 195 ff.). Eine Wertetabelle für die in Abb. 14 dargestellten Funktionen befindet sich in Anhang 2.

ist also die Nebenbedingung (20) einzuhalten:

$$(20) \quad AZ_1^j(t) = 1 \iff W_1^j(t) > 0.$$

Ferner ist zu beachten, daß die eigentliche bearbeitende Arbeitszeit

$\int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t)dt$ zehn Stunden täglich nicht überschreiten darf¹⁾ und die physikalische Leistung der Maschinen M_1^j auf das Intervall $[3, 6]$ beschränkt ist (vgl. Abb. 19).

Es sei nun ein Zeitpunkt t mit $2RZ_1^j(t) = 1$ gegeben, d.h., an Maschine M_1^j liegt Rüstzustand 2 vor. Dann wird der Rohstoff R_1 nicht verbraucht und das Zwischenprodukt Z_1 nicht erstellt. Für den Verzehr an Rohstoff R_2 , an Hilfsstoff H , die erstellte Zwischenproduktmenge an Z_2 und die Lärmbelastung soll gelten:

$$(21) \quad \begin{aligned} Z_2^j(t) &= 1,1 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \\ R_2^j(t) &= 1,5 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \\ H_1^j(t) &= 1 \cdot AZ_1^j(t) \cdot f_H(W_1^j(t)) \\ AW_1^j(t) &= 1,5 \cdot AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) \end{aligned}$$

Es gelten also analoge Beziehungen wie bei Rüstzustand 1, lediglich die Proportionalitätsfaktoren für die Zwischenproduktmenge und den Rohstoffverbrauch sind unterschiedlich (1,1 bzw. 1,5). Von der Funktion f_H und der Beziehung für die Lärmbelastung wird angenommen, daß sie mit den entsprechenden Beziehungen bei Rüstzustand 2 übereinstimmen. Ebenso bleiben die Nebenbedingungen unverändert.

Mit der Darstellung der Beziehungen zwischen den Input- und Outputgrößen bei Vorliegen der Rüstzustände 1 bzw. 2 ist über die bereits

1) Die Gesamtarbeitszeit $GAZ_{1,k}^j$ kann wegen der Umrüstarbeiten höher sein.

durchgeführte Bestimmung der Rüstzustände (vgl. Annahmen (α) (γ), S. 142) auch die Produktionsfunktion F_1^j bestimmt. Es kann also zu den Produktionsfunktionen der Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2 übergegangen werden.

(b) Erweiterte Produktionsfunktionen F_2^j der Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2

Für die Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2 ist für jede der identischen Maschinen M_2^j eine Produktionsfunktion F_2^j der folgenden Art zu bilden:

$$(22) \quad \begin{aligned} & (X_1^j(t), X_2^j(t), {}^{1,2}U_2^j(t), {}^{2,1}U_2^j(t), AZ_2^j(t), AW_2^j(t) \\ & Z_1^j(t), Z_2^j(t), H_2^j(t)) = \\ & F_2^j({}^{1,2}U_2^j(t), {}^{2,1}H_2^j(t), W_2^j(t), AZ_2^j(t)) \end{aligned}$$

Hierbei wird davon ausgegangen, daß analoge Verhältnisse wie in Werkstatt S_1 vorliegen. Insbesondere sollen bezüglich der Bestimmung der Rüstzustände der Maschinen und bezüglich der Lärmbelastung und des Hilfsstoffverbrauchs unveränderte Beziehungen gelten. Unterschiede sollen sich nur in den Produktionskoeffizienten für den Verzehr an Zwischenprodukten und den Output an Endprodukten ergeben.

Hier mögen gelten:

$$(23) \quad \begin{aligned} Z_1^j(t) &= 1,5 \cdot AZ_2^j(t) \cdot W_2^j(t) \\ Z_2^j(t) &= 2 \cdot AZ_2^j(t) \cdot W_2^j(t) \\ X_1^j(t) &= 1 \cdot AZ_2^j(t) \cdot W_2^j(t) \\ X_2^j(t) &= 0,5 \cdot AZ_2^j(t) \cdot W_2^j(t) \end{aligned}$$

Die Nebenbedingungen bleiben unverändert. Die Produktionsfunktionen F_i^j der Arbeiter P_i^j gehen aus den erweiterten Produktionsfunktionen F_i^j durch Weglassen der für P_i^j irrelevanten Beziehungen hervor.

3.2.2 Produktionsplanung der Arbeiter P_i^j

Entsprechend der Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" werden zur analytischen Ableitung der Produktionsfunktionen übergeordneter Organisationsmitglieder Hypothesen über das Verhalten der untergeordneten Organisationsmitglieder benötigt (vgl. S. 39 ff.). Zur Ableitung der Produktionsfunktionen der Werkstättenleiter müssen also die Entscheidungsregeln H_i^j , nach denen die Arbeiter in Abhängigkeit von den an sie gerichteten Vorgaben entscheiden, bekannt sein. Hypothesen über die Entscheidungsregeln können dabei - wie oben erläutert wurde - durch geeignete Analyse der Planungssituation der Arbeiter gewonnen werden (vgl. S. 94 ff.). Diese Analyse wird im folgenden durchgeführt. Gleichzeitig wird dabei gezeigt, daß die Produktionsfunktion F_i^j des Arbeiters P_i^j als Grundlage der Produktionsplanung von P_i^j dienen kann. Es wird wieder getrennt nach den Arbeitern in Werkstatt S_1 und S_2 vorgegangen.

(a) Produktionsplanung der Arbeiter P_i^j in Werkstatt S_1

Entsprechend den Voraussetzungen steht P_i^j je Arbeitstag k der Planperiode $[0, T]$ vor folgender Planungsaufgabe:

$$\begin{aligned}
 (24) \text{ Minimiere! }^1) \quad S_{1,k}^j &= GAZ_{1,k}^j + AW_{1,k}^j = \\
 &= \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) dt + \int_{t=k-1}^k {}^{1,2} U_1^j(t) dt + \\
 &\quad \int_{t=k-1}^k AW_1^j(t) dt \cdot \left(\int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) dt \right)^{-1}
 \end{aligned}$$

1) Vgl. Gleichungen (12) und (13) auf S. 133.

(25) Entscheidungsvariable:

$$1,2U_1^j(t), 2,1U_1^j(t), W_1^j(t), AZ_1^j(t)$$

(26) Nebenbedingungen:

$$3 \leq W_1^j(t) \leq 6; \quad \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) dt \leq 10$$

(technische Begrenzung der Leistung; Höchstarbeitszeit)

$$\int_{t=k-1}^k Z_i^j(t) dt = Z_{i,k} \quad (\text{Zwischenproduktmengenvorgabe})$$

(27) Zusammenhänge zwischen den Variablen gemäß F_1^j

Zur Lösung dieser Entscheidungsaufgabe kann P_1^j wie folgt vorgehen:

(α) Wie auf S.142 vorausgesetzt, ist die Umrüstdauer je Umrüstvorgang eine feste Größe. Der Arbeiter P_1^j wird also die Umrüstdauer genau einhalten. Ferner wird je Arbeitstag nur so häufig umgerüstet werden, wie es zur Erstellung der Produkte notwendig ist. Im günstigsten Fall muß also überhaupt nicht umgerüstet werden, im ungünstigsten Fall 1 mal je Arbeitstag. Der Term

$$\int_{t=k-1}^k 1,2U_1^j(t) dt + \int_{t=k-1}^k 2,1U_1^j(t) dt$$

in der Zielfunktion steht damit fest.

(β) Befindet sich die Maschine M_1^j in einem der Rüstzustände 1 bzw. 2 (${}^1RZ_1^j(t) = 1$ bzw. ${}^2RZ_1^j(t) = 1$), so kann die Menge des zwischen zwei Zeitpunkten t_1 und t_2 erstellten Zwischenproduktes entsprechend (19) bzw. (21) gemäß (28) berechnet werden:

$$(28) \quad \int_{t=t_1}^{t_2} Z_1^j(t) dt = \begin{cases} \int_{t=t_1}^{t_2} AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) dt & \text{für } {}^1RZ_1^j(t) = 1 \\ 1,1 \cdot \int_{t=t_1}^{t_2} AZ_1^j(t) \cdot W_1^j(t) dt & \text{für } {}^2RZ_1^j(t) = 1 \end{cases}$$

Die hierbei anfallende durchschnittliche Lärmbelastung ist entsprechend (19) bzw. (21):

$$(29) \quad \frac{1}{\int_{t_1}^{t_2} A Z_1^j(t) dt} \cdot \int_{t_1}^{t_2} A W_1^j(t) dt =$$

$$= \frac{1,5}{\int_{t_1}^{t_2} A Z_1^j(t) dt} \cdot \int_{t_1}^{t_2} A Z_1^j(t) \cdot W_1^j(t) dt$$

Wird hierbei der Wert von $A W_1^j(t)$ im Intervall $[t_1, t_2]$ gleich 1 gesetzt (d.h. liegt zwischen t_1 und t_2 ein eigentlich bearbeitender Arbeitseinsatz vor), so ist bei unterschiedlichem Kurvenverlauf der technischen Leistung $W_1^j(t)$ innerhalb von $[t_1, t_2]$ die Zwischenproduktmenge und die mittlere Lärmbelastung konstant, solange nur $\int_{t_1}^{t_2} W_1^j(t) dt$ konstant ist. Abb. 20 zeigt derartige Kurvenverläufe.

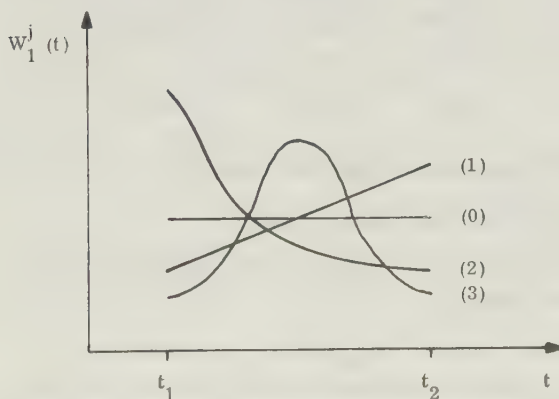


Abb. 20: Unterschiedliche Kurvenverläufe von W_1^j , die bei vorliegendem Rüstzustand eine gleiche Zwischenproduktmenge und gleiche mittlere Lärmbelastung zur Folge haben.

Die Zielfunktion des Arbeiters P_1^j verändert also bei derartigen unterschiedlichen Verläufen der technischen Leistung ihren Wert nicht.¹⁾ Um folglich zu einer Entscheidung bezüglich $W_1^j(t)$ gelangen zu können, wird angenommen, daß P_1^j einen konstanten Verlauf der technischen Leistung einem um diese Konstante schwankenden (oszillierenden) Verlauf der technisch-physikalischen Leistung vorzieht (Kurvenverlauf (0) in Abb. 20). Es soll also als Verhaltenshypothese über P_1^j zunächst festgehalten werden, daß P_1^j innerhalb eines Arbeitstages je Rüstzustand i ($i = 1, 2$) eine konstante technische Leistung $i W_{1,k}^j$ der Maschine M_1^j wählt.

(γ) Mit Hilfe der in (α) und (β) erläuterten Verhaltenshypothesen über P_1^j kann die Planungsaufgabe von P_1^j neu formuliert werden. Hierzu werden folgende Abkürzungen eingeführt:

$$(30) \quad U_{1,k} : = \int_{t=k-1}^k ({}^1,2U_1^j(t) + {}^2,1U_1^j(t))dt = \text{const.}$$

$$(31) \quad AZR_{1,k}^j : = \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) \cdot {}^1RZ_1^j(t)dt$$

$$(32) \quad AZR_{2,k}^j : = \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) \cdot {}^2RZ_1^j(t)dt$$

Diese Größen haben definitionsgemäß folgende Bedeutung:

$U_{1,k} =$ Gesamtumrüstzeit an Arbeitstag k

$AZR_{1,k}^j =$ Arbeitszeit von P_1^j an Maschine M_1^j im Rüstzustand 1 an Arbeitstag k

1) Allerdings ist wegen der Nichtlinearität der Verzehrfunction f_H für den Hilfsstoff H hiermit ein unterschiedlicher Gesamtverzehr an Hilfsstoff H verbunden. Der Verzehr an Hilfsstoff H ist aber für P_1^j nach Voraussetzung weder zielrelevant noch vorgaberelevant.

2) Vgl. Hypothese (α), S. 148.

$AZR_{1,k}^j =$ Arbeitszeit von P_2^j an Maschine M_1^j im Rüstzustand 2
an Arbeitstag k

Da definitionsgemäß ${}^1RZ_1^j(t) + {}^2RZ_1^j(t) \geq AZ_1^j(t)$ gilt (ein eigentlich bearbeitender Einsatz von P_1^j kann nur erfolgen, wenn einer der Rüstzustände 1 oder 2 vorliegt), gilt

$$(33) \quad \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) dt = AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j,$$

d.h. die eigentlich bearbeitende Arbeitszeit ist gleich der Summe aus den Arbeitszeiten in Rüstzustand 1 und 2.

Unter Verwendung der angeführten Abkürzungen und der Verhaltenshypothese (β) lautet die Planungsaufgabe von P_1^j (Einsetzen von (30) und (33) in (24) - (26)) :

(34) Minimiere!

$$\begin{aligned} S_{1,k} &= AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j + U_{1,k} + \\ &\quad (AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j)^{-1} \cdot \int_{t=k-1}^k AW_1^j(t) dt = \\ &\stackrel{1)}{=} AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j + U_{1,k} + \\ &\quad (AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j)^{-1} \cdot 1,5 \cdot \int_{t=k-1}^k AZ_1^j(t) \left[{}^1RZ_1^j(t) + \right. \\ &\quad \left. {}^2RZ_1^j(t) dt \right] \cdot W_1^j(t) = \\ &\stackrel{2)}{=} AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j + U_{1,k} + \\ &\quad (AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j)^{-1} \cdot 1,5 \cdot \left[AZR_{1,k}^j W_{1,k}^j + \right. \\ &\quad \left. AZR_{2,k}^j \cdot {}^2W_{1,k}^j \right] \end{aligned}$$

1) Vgl. (19) und (21).

2) Vgl. Verhaltenshypothese (β)

Entscheidungsvariable:

$$(35) \quad AZR1_{1,k}^j, \quad AZR2_{1,k}^j, \quad {}_1W_{1,k}^j, \quad {}_2W_{1,k}^j$$

(36) Nebenbedingungen:

$$3 \leq {}_1W_{1,k}^j \leq 6 ; \quad AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j \leq 10$$

(technische Begrenzung der Leistung, Höchstarbeitszeit)

$$\begin{aligned} Z_{1,k}^j &= \int_{t=k-1}^k Z_i^j(t) dt = \int_{t=k-1}^k AZ_i^j(t) \cdot {}_1RZ_1^j(t) dt \cdot W_1^j(t) dt \\ &= AZR1_{1,k}^j \cdot {}_1W_{1,k}^j \\ Z_{2,k}^j &= {}_1,1 \cdot AZR2_{1,k}^j \cdot {}_2W_{1,k}^j \end{aligned}$$

(Zwischenproduktmengenvorgaben)

Aus dem Entscheidungsmodell (34) - (36) kann unter Verwendung der Differentialrechnung die Optimallösung errechnet werden. Die Optimallösung ist hierbei von der Zwischenproduktmengenvorgabe abhängig und stellt somit eine Entscheidungsregel von P_1^j unter der Annahme rationalen Verhaltens von P_1^j im Sinn der Optimierung der jeweiligen Entscheidungsaufgabe dar (vgl. S. 94 ff.). Im realen Kombinationsprozeß ist jedoch nicht anzunehmen, daß die Arbeiter P_1^j zur Lösung des gestellten Entscheidungsmodells fähig sind (vgl. S. 96 ff.). Deshalb wird davon ausgegangen, daß die Arbeiter P_1^j unter Verzicht auf die Optimallösung eine heuristische Entscheidungsregel anwenden (vgl. S. 98 ff.). Hierbei wird folgende Hypothese zugrunde gelegt:

(8) Wird eine Optimallösung des Entscheidungsmodells (33) - (35) angestrebt, so ist es notwendig, für die physikalische Leistung im Rüstzustand 1

und Rüstzustand 2 voneinander abweichende Werte ${}_1W_{1,k}^j$ und ${}_2W_{1,k}^j$ zu-
 zulassen. Hiervon wird im Sinn der obigen Ausführungen im folgenden ab-
 gegangen. Es wird vorausgesetzt, daß sich P_1^j so entscheidet, daß die phy-
 sikalische Leistung bei Rüstzustand 1 und Rüstzustand 2 (d.h. bei der Be-
 arbeitung von Z_1 und Z_2) übereinstimmt. Dieser Wert sei mit $W_{1,k}^j$ be-
 zeichnet.

Unter der Voraussetzung d) kann das Entscheidungsmodell der Arbeiter
 P_1^j neu formuliert werden:¹⁾

$$(37) \quad \text{Minimiere! } S_{1,k} = U_{1,k} + 1,5 \cdot W_{1,k}^j + AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j$$

$$(38) \quad \text{Entscheidungsgrößen:} \\ W_{1,k}^j, AZR_{1,k}^j, AZR_{2,k}^j$$

$$(39) \quad \text{Nebenbedingungen:}$$

$$\begin{aligned} 3 \leq W_{1,k}^j \leq 6; & \quad AZR_{1,k}^j + AZR_{2,k}^j \leq 10 \\ Z_{1,k}^j &= 1 \cdot AZR_{1,k}^j \cdot W_{1,k}^j \\ Z_{2,k}^j &= 1,1 \cdot AZR_{2,k}^j \cdot W_{2,k}^j \end{aligned}$$

Die Lösung dieses Entscheidungsmodells lautet:²⁾

$$(39) \quad W_{1,k}^j = \begin{cases} 3 & \text{falls } \sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,5 \cdot 1,1}} < 3 \\ \sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,5 \cdot 1,1}} & \text{falls } 3 \leq \sqrt{\dots} \leq 6 \\ 6 & \text{falls } 6 < \sqrt{\dots} \end{cases}$$

1) Es werden nur die wesentlichen Rechenschritte dargestellt.

2) Die auf den Methoden der Differentialrechnung beruhenden und leicht

$$(41) \quad AZR1_{1,k}^j = \begin{cases} Z_{1,k}^j / 3 & \text{für } \sqrt{\dots} < 3 \\ Z_{1,k}^j / \sqrt{\dots} & \text{für } 3 \leq \sqrt{\dots} \leq 6 \\ Z_{1,k}^j / 6 & \text{für } 6 < \sqrt{\dots} \end{cases}$$

$$(42) \quad AZR2_{1,k}^j = \begin{cases} Z_{2,k}^j / 3 \cdot 1,1 & \text{für } \sqrt{\dots} < 3 \\ Z_{2,k}^j / (\sqrt{\dots} \cdot 1,1) & \text{für } 3 \leq \sqrt{\dots} \leq 6 \\ Z_{2,k}^j / 6 \cdot 1,1 & \text{für } 6 < \sqrt{\dots} \end{cases}$$

(43) Zwischenproduktmengenvorgaben mit

$$\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{6 \cdot 1,1} > 10$$

können nicht hergestellt werden.¹⁾

In den Gleichungen (40) - (43) werden jeder Zwischenproduktmengenvorgabe $Z_{1,k}^j$ bzw. $Z_{2,k}^j$ des Werkstättenleiters PS_1 die Entscheidungen der Arbeiter P_1^j in Werkstatt S_1 zugeordnet. Die Gleichungen (40) - (43) stellen also Entscheidungsregeln H_1^j dar, die Hypothesen über das Verhalten der Arbeiter in P_1^j zum Ausdruck bringen. Die Anwendung der Entscheidungsregeln H_1^j durch P_1^j führt dabei zu einer für P_1^j befriedigenden Zielerreichung. Es sei aber nochmals betont, daß die Entscheidungsregeln H_1^j lediglich Hypothesen über das Verhalten der P_1^j darstellen, die im Einzelfall einer empirischen Prüfung unterzogen werden müssen.

nachvollziehbaren Rechenschritte werden nicht dargestellt.

1) In diesem Fall wird die höchstens zulässige Arbeitszeit von 10 Stunden je Tag überschritten.

(b) Produktionsplanung der Arbeiter P_2^j in Werkstatt S_2

Die Arbeiter in Werkstatt S_2 unterliegen bis auf unterschiedliche Proportionalitätsfaktoren für den Verzehr an Zwischenprodukten bzw. für die entstehenden Endproduktmengen denselben produktionstechnischen Bedingungen wie die Arbeiter in Werkstatt S_1 (vgl. S. 146 ff.). Sie verfolgen ferner gemäß Voraussetzungen die gleichen Zielsetzungen und unterliegen analogen Vorgabegrößen (vgl. S. 132 ff.). Aus diesem Grund können die im vorausgehenden Abschnitt erläuterten Überlegungen zu Entscheidungsregeln H_2^j , die das Verhalten der Arbeiter P_2^j abbilden, analog übertragen werden. Es wird von folgender Entscheidungsregel H_2^j ausgegangen (44) - (47):¹⁾

$$(44) \quad W_{2,k}^j = \begin{cases} 3 & \text{für } \sqrt{\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{1,5 \cdot 0,5}} < 3 \\ \sqrt{\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{1,5 \cdot 0,5}} & \text{für } 3 \leq \sqrt{\dots} \leq 6 \\ 6 & \text{für } 6 < \sqrt{\dots} \end{cases}$$

$$(45) \quad AZR1_{2,k}^j = X_{1,k}^j / W_{2,k}^j$$

$$(46) \quad AZR2_{2,k}^j = X_{2,k}^j / 0,5 \cdot W_{2,k}^j$$

(47) Endproduktmengenvorgaben mit

$$\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{6 \cdot 0,5} > 10$$

können nicht erfüllt werden.²⁾

1) Auf eine Durchführung der Einzelschritte wird aus Platzgründen verzichtet.

2) In diesem Fall wird die höchstens zulässige Arbeitszeit von 10 Stunden je Arbeitstag k überschritten.

Die hierbei auftretenden Symbole bedeuten:

$W_{2,k}^j$	=	während des Arbeitstages k an Maschine M_2^j gewählte konstante physikalische Leistung
$AZR1_{2,k}^j$	=	Arbeitszeit von Arbeiter P_2^j an Arbeitstag k an Maschine M_2^j im Rüstzustand 1
$AZR2_{2,k}^j$	=	Arbeitszeit von Arbeiter P_2^j an Arbeitstag k an Maschine M_2^j im Rüstzustand 2
$X_{i,k}^j$	=	Produktmengenvorgabe an Endproduktart X_i

3.2.3 Teil-Produktionstheorien der Werkstättenleiter PS_i

(a) Produktionsfunktion des Werkstättenleiters PS_1

Entsprechend den Voraussetzungen zur "konstanten Produktionsorganisation" des Modellfalls muß eine zur Produktionsplanung des Werkstättenleiters PS_1 geeignete Produktionsfunktion F_{PS_1} die in Abb. 21 zusammengefaßten Input- und Outputgrößen enthalten.

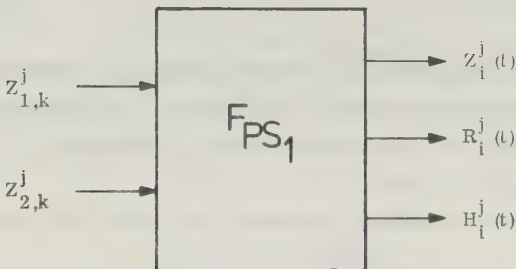


Abb. 21: Input- und Outputvariablen der Produktionsfunktion des Werkstättenleiters PS_1

Inputvariable bilden die vom Werkstättenleiter festzulegenden Zwischenproduktvorgaben $Z_{i,k}^j$ an die Arbeiter P_1^j . Outputvariable sind als zielrelevante bzw. vorgaberelevante Größen der Verzehr an Hilfsstoff H und an Rohstoffen R_i , sowie die Zwischenproduktmengen an Z_i . Während es sich bei der Inputgröße um eine teilperiodenbezogene Größe handelt, sind die Outputgrößen je Zeitpunkt t zu erfassen (vgl. S 81 ff.).

Die Produktionsfunktion F_{PS_1} muß nicht mehr um zusätzliche Variable

erweitert werden, da sie bereits alle für die übergeordneten Organisationsmitglieder zielrelevanten bzw. vorgaberelevanten Outputgrößen enthält. Die Outputgrößen Lärmbelastung und Umrüstzeit müssen in F_{PS_1} nicht erfaßt werden, da sie weder für PS_1 noch für übergeordnete Organisationsmitglieder relevant sind.¹⁾

Im folgenden wird die Produktionsfunktion F_{PS_1} aus den Produktionsfunktionen F_1^j rein analytisch unter Zuhilfenahme der in Form der Entscheidungsregeln H_1^j ausgedrückten Hypothesen über das Verhalten der Arbeiter gewonnen.

Hierzu werden entsprechend der Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen" (vgl. S.108ff.) die Entscheidungsregeln H_1^j der Arbeiter in die Produktionsfunktionen F_1^j eingesetzt.

Zur Verkürzung der formalen Darstellung wird hierbei der Term

$$\sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,5 \cdot 1,1}} \quad \text{aus der Entscheidungsregel } H_1^j \text{ durch} \\ \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) \text{ substituiert.}$$

Für das Zeitintervall der Länge $AZR1_{1,k}^j$, in dem der Arbeitseinsatz von P_1^j im Rüstzustand 1 erfolgt, wird die Abkürzung $TR1_{1,k}^j$ eingeführt. Analog bezeichnet $TR2_{1,k}^j$ das Zeitintervall der Länge $AZR2_{1,k}^j$, in

1) Vgl. S.126 ff.

dem P_1^j in Rüstzustand 2 arbeitet.¹⁾

Darum gilt:

$$(48) \quad Z_1^j(t) \stackrel{2)}{=} \begin{cases} 3 \text{ für } \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) < 3 \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) \text{ für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ 6 \text{ für } 6 < \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ 0 \text{ für } t \notin TR1_{1,k}^j \end{cases}$$

$$= AZ_1^j(t) W_1^j(t) \stackrel{3)}{=}$$

Analog gilt:

$$(49) \quad Z_2^j(t) = \begin{cases} 1,1 \cdot 3 \text{ für } \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) < 3 \text{ und } t \in TR2_{1,k}^j \\ 1,1 \cdot \phi_1(\dots) \text{ für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \text{ und } t \in TR2_{1,k}^j \\ 1,1 \cdot 6 \text{ für } 6 \leq \phi_1 \text{ und } t \in TR2_{1,k}^j \\ 0 \text{ für } t \notin TR2_{1,k}^j \end{cases}$$

Ebenso:

$$(50) \quad R_1^j(t) = \begin{cases} 2 \cdot 3 \text{ für } \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) < 3 \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ 2 \cdot \phi_1 \text{ für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ 2 \cdot 6 \text{ für } 6 \leq \phi_1 \text{ und } t \in TR1_{1,k}^j \\ 0 \text{ für } t \notin TR1_{1,k}^j \end{cases}$$

1) Die Endpunkte dieser Intervalle können von Beginn des Arbeitstages k ausgehend durch schrittweise Addition der jeweiligen Arbeitszeiten in Rüstzustand 1 bzw. in Rüstzustand 2 unter Berücksichtigung der eventuellen Umrüstzeit ermittelt werden.

2) Vgl. Produktionsfunktion $F_{1,1}^j$, S. 143

3) Vgl. Entscheidungsregel $H_{1,1}^j$, S. 153

$$(51) \quad R_2^j(t) = \begin{cases} 1,5 \cdot 3 & \text{für } \phi_1 < 3 \text{ und } t \in \text{TR}2_{1,k}^j \\ 1,5 \cdot \phi_1 & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \text{ und } t \in \text{TR}2_{1,k}^j \\ 1,5 \cdot 6 & \text{für } 6 < \phi_1 \text{ und } t \in \text{TR}2_{1,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin \text{TR}2_{1,k}^j \end{cases}$$

Schließlich gilt:

$$(52) \quad H_1^j(t) = \begin{cases} f_H(3) & \text{für } \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) < 3 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{1,k}^j \cup \text{TR}2_{1,k}^j \\ f_H(\phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j)) & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{1,k}^j \cup \text{TR}2_{1,k}^j \\ f_H(6) & \text{für } 6 < \phi_1 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{1,k}^j \cup \text{TR}2_{1,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin \text{TR}1_{1,k}^j \cup \text{TR}2_{1,k}^j \end{cases}$$

In den Gleichungen (47)-(51) sind die Ausprägungen der Outputvariablen von F_{PS_1} je Zeitpunkt t ausschließlich von den Entscheidungsgrößen $Z_{1,k}^j$, $Z_{2,k}^j$ von PS_1 abhängig.¹⁾ Die Beziehungen (48)-(52) stellen die gesuchte Produktionsfunktion F_{PS_1} dar.

1) Es ist zu beachten, daß die Endpunkte der Intervalle $\text{TR}1_{1,k}^j$ bzw. $\text{TR}2_{1,k}^j$ ebenfalls nur von $Z_{1,n}^j$ bzw. $Z_{2,n}^j$ abhängig sind. Vgl. hierzu S. 159, Fn 1 in Verbindung mit (41) und (42).

(b) Produktionsfunktion des Werkstättenleiters PS₂

Die Ermittlung der Produktionsfunktion F_{PS_2} des Werkstättenleiters PS₂ erfolgt völlig analog zur Ermittlung der Produktionsfunktion F_{PS_1} .
Es werden folgende Abkürzungen eingeführt:

$$\sqrt{\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{1,5 \cdot 0,5}} =: \phi_2(X_{1,k}^j, X_{2,k}^j)$$

$TR1_{1,k}^j$ = Zeitintervall der Länge $AZR_{2,k}^j$, in dem P_2^j an Arbeitstag k in Rüstzustand 1 arbeitet.

$TR2_{2,k}^j$ = Zeitintervall der Länge $AZR_{2,k}^j$, in dem P_2^j an Arbeitstag k im Rüstzustand 2 arbeitet.

Dann gilt:

$$(53) \quad X_1^j(t) = \begin{cases} 3 & \text{für } \phi_2 < 3 \text{ und } t \in TR1_{2,k}^j \\ \phi_2 & \text{für } 3 \leq \phi_2 \leq 6 \text{ und } t \in TR1_{2,k}^j \\ 6 & \text{für } 6 < \phi_2 \text{ und } t \in TR1_{2,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin TR1_{2,k}^j \end{cases}$$

$$(54) \quad X_2^j(t) = \begin{cases} 0,5 \cdot 3 & \text{für } \phi_2 < 3 \text{ und } t \in TR2_{2,k}^j \\ 0,5 \cdot \phi_2 & \text{für } 3 \leq \phi_2 \leq 6 \text{ und } t \in TR2_{2,k}^j \\ 0,5 \cdot 6 & \text{für } 6 < \phi_2 \text{ und } t \in TR2_{2,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin TR2_{2,k}^j \end{cases}$$

$$\begin{aligned}
 (66) \quad Z_1^j(t) &= \begin{cases} 1,5 \cdot 3 & \text{für } \phi_2 < 3 \text{ und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \\ 1,5 \cdot \phi_2 & \text{für } 3 \leq \phi_2 \leq 6 \text{ und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \\ 1,5 \cdot 6 & \text{für } 6 \leq \phi_2 \text{ und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin \text{TR}1_{2,k}^j \end{cases} \\
 (56) \quad Z_2^j(t) &= \begin{cases} 2 \cdot 3 & \text{für } \phi_2 < 3 \text{ und } t \in \text{TR}2_{2,k}^j \\ 2 \cdot \phi_2 & \text{für } 3 \leq \phi_2 \leq 6 \text{ und } t \in \text{TR}2_{2,k}^j \\ 2 \cdot 6 & \text{für } \phi_2 < 6 \text{ und } t \in \text{TR}2_{2,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin \text{TR}2_{2,k}^j \end{cases} \\
 (57) \quad H_2^j(t) &= \begin{cases} f_H(3) & \text{für } \phi_2 < 3 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \cup \text{TR}2_{2,k}^j \\ f_H(\phi_2) & \text{für } 3 \leq \phi_2 \leq 6 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \cup \text{TR}2_{2,k}^j \\ f_H(6) & \text{für } 6 < \phi_2 \\ & \text{und } t \in \text{TR}1_{2,k}^j \cup \text{TR}2_{2,k}^j \\ 0 & \text{für } t \notin \text{TR}1_{2,k}^j \cup \text{TR}2_{2,k}^j \end{cases}
 \end{aligned}$$

3.2.4 Produktionsplanung der Werkstättenleiter

(a) Produktionsplanung des Werkstättenleiters PS₁

Der Werkstättenleiter PS_1 versucht in seiner Produktionsplanung die ihm vorgegebenen Zwischenproduktmengen $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ so auf die einzelnen Arbeiter P_1^j an den Maschinen M_1^j zu verteilen, daß der Wert

seiner Zielfunktion $KS_{1,k}$ (von PS_1 zu berücksichtigende Kosten, vgl. S.134) minimal wird. PS_1 steht also vor folgendem Entscheidungsproblem:

(58) Minimiere! ¹⁾

$$KS_{1,k} = \sum_{i=1,2} pr_i \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k R_i^j(t) dt + \sum_{i=1,2} ph \cdot \int_{t=k-1}^k H_1^j(t) dt$$

(59) Entscheidungsgrößen : $Z_{i,k}^j$ ($i=1,2; j=1,2,\dots,n_1$)

(60) Nebenbedingungen:

$$\sum_{j=1}^{n_1} Z_{i,k}^j = Z_{i,k} \quad (\text{Beachtung der Produktmengenvorgabe})$$

(61) Zusammenhänge zwischen den Größen gemäß F_{PS_1}

Zur Lösung dieser Entscheidungsaufgabe kann PS_1 wie folgt vorgehen:

(α) Zur Berechnung des Rohstoffverbrauches je Arbeitstag k wird zunächst der Term $\int_{t=k-1}^k R_i^j(t) dt$ der Zielfunktion errechnet.

Aus (50) folgt:

$$(62) \int_{t=k-1}^k R_1^j(t) dt = \begin{cases} \int_{t \in TR1_{1,k}^j} 2 \cdot 3 dt & \text{für } \phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) < 3 \\ \int_{t \in TR1_{1,k}^j} 2 \cdot \phi_1 dt & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ \int_{t \in TR1_{1,k}^j} 2 \cdot 6 dt & \text{für } 6 < \phi_1 \end{cases}$$

1) Vgl. (15)

$$\begin{aligned} \underline{1)} \quad & \left[\begin{array}{ll} 2 \cdot 3 \cdot Z_{1,k}^j / 3 & \text{für } \phi_1 < 3 \\ 2 \cdot \phi_1 \cdot Z_{1,k}^j / \phi_1 & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ 2 \cdot 6 \cdot Z_{1,k}^j / 6 & \text{für } 6 < \phi_1 \end{array} \right. \\ & = 2 \cdot Z_{1,k}^j \end{aligned}$$

Analog gilt:

$$(63) \quad \int_{t=k-1}^k R_2^j(t) dt = \frac{1,5}{1,1} \cdot Z_{2,k}^j$$

Folglich gilt für den ersten Hauptterm der Zielfunktion (58):

$$\begin{aligned} (64) \quad & \sum_{i=1,2} pr_i \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k R_1^j(t) dt = \\ & = pr_1 \cdot \sum_{j=1}^{n_1} 2 \cdot Z_{1,k}^j + pr_2 \cdot \sum_{j=1}^{n_2} \frac{1,5}{1,1} \cdot Z_{2,k}^j = \\ & = 2pr_1 \cdot Z_{1,k} + \frac{1,5}{1,1} pr_2 \cdot Z_{2,k} \end{aligned}$$

Der erste Term der Zielfunktion ist somit durch die Wahl der Entscheidungsgrößen von PS_1 nicht beeinflussbar, sondern ausschließlich von

1) Das Integrationsintervall $TR1_{1,k}^j$ besitzt die Länge $AZR1_{1,k}^j$ (vgl. S.158).
Nach (41) gilt für $AZR1_{1,k}^j$:

$$AZR1_{1,k}^j = \left[\begin{array}{ll} Z_{1,k}^j / 3 & \text{falls } \phi_1 \leq 3 \\ Z_{1,k}^j / \phi_1 & \text{falls } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ Z_{1,k}^j / 6 & \text{falls } 6 < \phi_1 \end{array} \right.$$

den Zwischenproduktvorgaben $Z_{i,k}^{(i=1,2)}$ an PS_1 abhängig.¹⁾ PS_1 muß also bei seiner Produktionsplanung nur den Term für die Kosten des Hilfsstoffverzehr berücksichtigen.

(β) Aus (α) folgt, daß PS_1 seine Zwischenproduktmengen so an die Arbeiter P_1^j verteilen muß, daß der Gesamtverzehr an Hilfsstoff H minimiert wird. Hierzu wird zunächst der Gesamtverzehr an einer Maschine M_1^j in Abhängigkeit von den an P_1^j vorgegebenen Zwischenproduktmengen $Z_{1,k}^j$ bzw. $Z_{2,k}^j$ ermittelt. Die notwendigen produktionstheoretischen Zusammenhänge liefert die Produktionsfunktion F_{PW_1} , Gleichung (52).²⁾ Es gilt:

$$(65) \quad \int_{t=k-1}^k H_1^j(t) dt = \begin{cases} \int_{t \in TR_{1,k}^j} f_H(3) dt & \text{für } \phi_1 < 3 \\ \int_{t \in TR_{1,k}^j \cup TR_{2,k}^j} f_H(\phi_1) dt & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ \int_{t \in TR_{1,k}^j \cup TR_{2,k}^j} f_H(6) dt & \text{für } 6 < \phi_1 \end{cases}$$

1) Das vorliegende Ergebnis ist nicht allgemeiner Natur, sondern lediglich eine Folge der linearen Beziehungen zwischen Rohstoffverbrauch und Zwischenproduktmenge. Nichtlineare Zusammenhänge können jedoch auf analoge Weise - allerdings mit anderem Endergebnis - bewältigt werden (vgl. die folgenden Ausführungen zum Hilfsstoffverbrauch).

2) Es sei nochmals darauf hingewiesen, daß diese Produktionsfunktion Hypothesen über das Verhalten der Arbeiter im Aussagenzusammenhang enthält und sich somit von den bestehenden Produktionsfunktionen unterscheidet.

$$1) \left\{ \begin{array}{ll} (AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j) \cdot f_H(3) & \text{für } \phi_1 < 3 \\ (AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j) \cdot f_H(\phi_1) & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ (AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j) \cdot f_H(6) & \text{für } 6 < \phi_1 \end{array} \right.$$

$$2) \left\{ \begin{array}{ll} \left[\frac{Z_{1,k}^j}{3} + \frac{Z_{2,k}^j}{3 \cdot 1,1} \right] \cdot f_H(3) & \text{für } \phi_1 < 3 \\ \left[\frac{Z_{1,k}^j}{\phi_1} + \frac{Z_{2,k}^j}{\phi_1 \cdot 1,1} \right] \cdot f_H(\phi_1) & \text{für } 3 \leq \phi_1 \leq 6 \\ \left[\frac{Z_{1,k}^j}{6} + \frac{Z_{2,k}^j}{6 \cdot 1,1} \right] \cdot f_H(6) & \text{für } 6 < \phi_1 \end{array} \right.$$

$$3) \left\{ \begin{array}{ll} \frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{3 \cdot 1,1} \cdot f_H(3) & \text{für } 1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j < 9 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \\ \sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,1}} \cdot \sqrt{1,5} \cdot f_H \left[\sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,1 \cdot 1,5}} \right] & \text{für } 9 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \leq 1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j \leq 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1 \\ \frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{6 \cdot 1,1} \cdot f_H(6) & \text{für } 36 \cdot 1,5 \cdot 1,1 < 1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j \end{array} \right.$$

$$=: FH_1^j(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j)$$

1) Die Integrationsintervalle besitzen die Länge $AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j$ (vgl. S.158).

2) Vgl. (41) bzw. (42).

3) Vgl. die Definition von $\phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j)$, S.158.

$$\phi_1(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j) = \sqrt{\frac{1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,1 \cdot 1,5}}$$

Die in Gleichung (65) abgeleitete Funktion $FH_1^j(Z_{1,k}^j, Z_{2,k}^j)$, die den arbeitstäglichen Verzehr an Hilfsstoff H an Maschine M_1^j bei einer Zwischenproduktmengenvorgabe von $Z_{1,k}^j$ und $Z_{2,k}^j$ an P_1^j angibt, kann graphisch dargestellt werden, wenn die Abszisse in Einheiten von $1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j$ geeicht wird. Abbildung 22 zeigt den Kurvenverlauf.¹⁾

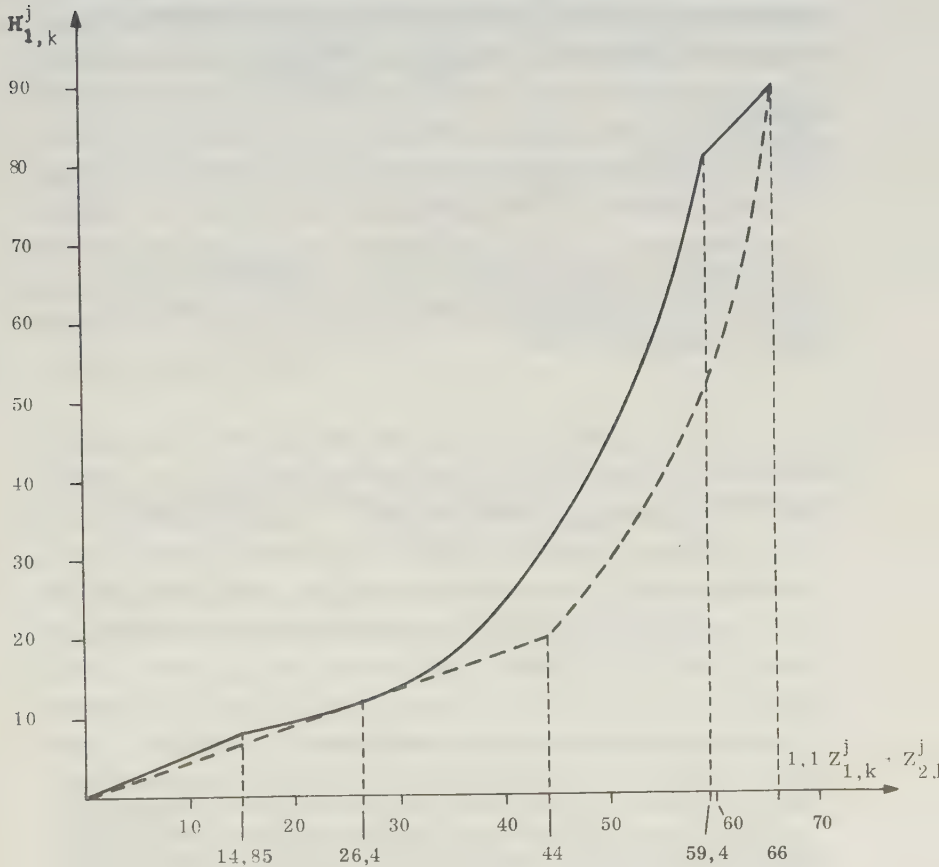


Abb. 22: Arbeitstäglicher Verzehr $H_{1,k}^j$ an Hilfsstoff H an Maschine M_1^j in Abhängigkeit von den Zwischenproduktmengenvorgaben

1) Eine Wertetabelle findet sich in Anhang 2.

Der Verzehr an Hilfsstoff H steigt zunächst in Abhängigkeit von $1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j$ linear bis 14,85, steigt dann bis 26,4 bei fallendem Verzehr je Einheit und bis 59,4 bei steigendem Verzehr je Einheit etwa in Form einer Parabel¹⁾ an, um jenseits von 59,4 wieder in einen linearen Verlauf überzugehen.²⁾ Hierbei ist zu beachten, daß Produktmengenvorgaben mit $AZR1_{1,k}^j + AZR2_{1,k}^j > 10$ nicht hergestellt werden können, d. h. die Kapazität der Maschine M_1^j bei $\frac{Z_{1,k}^j}{6} + \frac{Z_{2,k}^j}{6 \cdot 1,1} = 10$ ausgeschöpft ist.

Es muß also gelten:

$$(66) \quad 1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j \leq 66$$

($\mathcal{V}$) In Kenntnis des arbeitstäglichen Verzehrs an Hilfsstoff H in Abhängigkeit von den Zwischenproduktvorgaben $Z_{1,k}^j$ bzw. $Z_{2,k}^j$ kann PS_1 folgende Überlegung anstellen:

Der Term $ph \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k H_1^j(t) dt$ ist unter der Nebenbedingung

$$\sum_{j=1}^{n_1} Z_{i,k}^j = Z_{i,k} \quad \text{genau dann minimal, wenn der}$$

1) Ein exakt parabolischer Verlauf liegt nicht vor.

2) Es sei an dieser Stelle auf den fundamentalen Unterschied zwischen den bestehenden produktionstheoretischen Ansätzen und dem vorliegenden Entwurf hingewiesen. Bei klassischer Betrachtung hätte sich der in Abb. 21 gestrichelte Verlauf für den Hilfsstoffverzehr ergeben, der den Kurvenverlauf bei sparsamstem Verbrauch an Hilfsstoff H durch die Arbeiter angibt (Prämisse effizienter Produktion in den klassischen Produktionstheorien). Durch die hier aufgezeigte Möglichkeit der Dezentralisation der Entscheidungen und die Berücksichtigung unterschiedlicher Zielsetzungen tritt aber gegenüber der sparsamsten Mittelverwendung ein erhöhter Hilfsstoffverbrauch auf, der auf die dezentrale Entscheidungsform und die Nichtrelevanz des Hilfsstoffverzehrs für die Arbeiter zurückzuführen ist.

Verbrauch je erstellter Zwischenproduktmenge minimal ist. Das absolute Minimum dieser Größe liegt bei einer Produktmengenvorgabe von $1,1 \cdot Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j = 26,4$ an die Arbeiter P_1^j . Da sich der Hilfsstoffverbrauch nicht ändert, solange $1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j = \text{constans}$, kann hierbei so verfahren werden, daß einige Arbeiter je Arbeitstag ausschließlich Zwischenproduktmengenvorgaben für Zwischenprodukt Z_1 , andere ausschließlich Zwischenproduktmengenvorgaben für Zwischenprodukt Z_2 erhalten. Das Minimum des stückbezogenen Hilfsstoffverbrauchs ist in diesem Fall dann erreicht, wenn $Z_{1,k}^j = 24$ bzw. $Z_{2,k}^j = 26,4$ an die jeweiligen Arbeiter als Vorgabe gegeben wird. Die insgesamt zu erstellenden Zwischenproduktmengen werden folglich so auf die Maschinen verteilt, daß ohne Einschränkung der Allgemeinheit die ersten ${}_1n_1$ Maschinen M_1^j mit ${}_1n_1 = Z_{1,k}/24$ eine Produktmengenvorgabe von 24 Einheiten Z_1 erhalten; die hierauf folgenden ${}_2n_1$ Maschinen M_1^j mit ${}_2n_1 = Z_{2,k}/26,4$ eine Produktmengenvorgabe von 26,4 Einheiten Z_2 einzuhalten haben.¹⁾

Voraussetzung hierfür ist aber, daß ${}_1n_1 + {}_2n_1 \leq n_1$ (bzw. $Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4 \leq n_1$), d. h. die vorhandene Maschinenzahl zur Erstellung der gewünschten Zwischenproduktmenge im Stückkostenminimum ausreicht. Ist dies nicht der Fall, müssen zwangsläufig die Zwischenproduktmengenvorgaben an die Arbeiter erhöht werden, was einen überproportionalen Verzehrswachstum an Hilfsstoff H bedeutet. Hierbei steht eine Vielzahl von zu prüfenden Alternativen zur Verfügung. Diese betreffen das Verhältnis von ${}_1n_1$ und ${}_2n_1$ (Maschinenzahl, an denen Z_1 bzw. Z_2 produziert werden soll), sowie die je Maschine zu wählende physikalische Leistung. Es könnte z. B. bei einigen

1) Für die so berechneten Werte für ${}_1n_1$ und ${}_2n_1$ kann sich ein nicht ganzzahliger Wert ergeben. Er ist entsprechend zu runden. Implizit wird vorausgesetzt, daß die Produktmengenvorgabe $Z_{1,k}$ bzw. $Z_{2,k}$ und die Maschinenzahl groß genug sind, um den hierbei entstehenden Fehler vernachlässigen zu können.

Maschinen die Produktmengenvorgabe 24 bzw. 26,4 beibehalten werden, bei anderen Maschinen die Produktmengenvorgabe entsprechend erhöht werden.

Aus der Vielzahl der denkbaren Alternativen soll aber - zugunsten eines verringerten Rechenaufwandes - lediglich eine befriedigende Alternative ausgewählt werden. Es kann gezeigt werden, daß eine Alternativenwahl, bei der der Hilfsstoffverzehr an jeder Maschine gleich groß ist, zu einer befriedigenden, unter gewissen Bedingungen sogar optimalen Lösung führt.¹⁾ Der Hilfsstoffverzehr ist aber an jeder Maschine genau dann gleich, wenn $1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j = \text{constans}$ für $j = 1, 2, \dots, n_1$. Es können folglich wieder an einige Arbeiter ausschließlich Vorgaben für Z_1 , an andere Arbeiter ausschließlich Vorgaben für Z_2 gerichtet werden, wobei $1,1 Z_{1,k}^j = Z_{2,k}^j$ einzuhalten ist.

Aus der Bedingung

$$(67) \quad Z_{1,k}/Z_{1,k}^j + Z_{2,k}/Z_{2,k}^j = 1n_1 + 2n_1 = n_1$$

(Verwendung sämtlicher Maschinen)

folgt also über (68)

$$(68) \quad (1,1 \cdot Z_{1,k} + Z_{2,k})/1,1 Z_{1,k}^j = n_1$$

die Lösung:

$$(69) \quad Z_{1,k}^j = (1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k})/1,1 n_1$$

$$(70) \quad Z_{2,k}^j = (1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k})/n_1$$

$$(71) \quad 1n_1 = 1,1 \cdot Z_{1,k} \cdot n_1 / (1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k})$$

1) Im Bereich $1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j = 59,4$ ist die Funktion FH_1^j progressiv wachsend. Die Kombination zweier unterschiedlicher Vorgaben an zwei Maschinen verursacht folglich einen höheren Verzehr als eine jeweils gleiche Vorgabe. Die vorgeschlagene Lösung entspricht also in diesem Bereich der Optimallösung. Lediglich außerhalb des genannten Bereiches können durch unterschiedliche Vorgaben etwas günstigere Ergebnisse als bei gleichen Vorgaben erzielt werden. Auf Einzelheiten hierzu soll nicht mehr eingegangen werden.

$$(72) \quad 2^{n_1} = Z_{2,k} \cdot n_1 / (1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k})$$

Als befriedigende (bzw. in gewissen Fällen optimale) Entscheidungsregel H_{PS_1} für PS_1 kann also zusammengefaßt werden:

$$(73) \quad Z_{1,k}^j = \begin{cases} \begin{bmatrix} 24 \text{ für } 1 \leq j \leq Z_{1,k}/24 & \text{falls } Z_{1,k}/24 + \\ 0 \text{ für } Z_{1,k}/24 < j < n_1 & Z_{2,k}/26,4 \leq n_1 \end{bmatrix} \\ \begin{bmatrix} \frac{1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k}}{1,1 \cdot n_1} & \text{für } 1 \leq j \leq n_1 \\ & (n_1 \text{ nach (71)}) \\ 0 & \text{für } n_1 < j \leq n_1 \end{bmatrix} & \text{falls (*)} \end{cases}$$

(*) $n_1 < Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4 \leq 2,5 n_1$

$$(74) \quad Z_{2,k}^j = \begin{cases} \begin{bmatrix} 0 & \text{für } 1 \leq j \leq Z_{1,k}/24 \\ 26,4 & \text{für } Z_{1,k}/24 < j \leq Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4 \end{bmatrix} & \text{falls (*)} \\ (*) & Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4 \leq n_1 \\ \begin{bmatrix} 0 & \text{für } 1 \leq j \leq n_1 \\ & (n_1 \text{ nach (71)}) \\ \frac{1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k}}{n_1} & \text{für } n_1 < j \leq n_1 \end{bmatrix} & \text{falls (**)} \end{cases}$$

(**) $n_1 < Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4 \leq 2,5 n_1$

1) Vgl. Kapazitätsgrenze (66), S.168.

Zur nochmaligen verbalen Erläuterung der Entscheidungsregel vgl. die Ausführungen zur Produktionsplanung von PS_2 .

In der Entscheidungsregel H_{PS_1} wird zu jeder Zwischenproduktmengen-
vorgabe $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ an den 1 Werkstättenleiter PS_1 die Entscheidung
des Werkstättenleiters über die Produktmengenvorgaben an die Arbeiter
 P_1^j festgehalten. H_{PS_1} ist also eine Entscheidungsregel im Sinn der all-
gemeinen Ausführungen zu einer Konsistenzbedingung für die Produktions-
funktionen und drückt eine Verhaltenshypothese über PS_1 aus (vgl. S. 98 ff.).
Diese Verhaltenshypothese wird in einem späteren Abschnitt wieder zur
Ableitung der Produktionsfunktion des übergeordneten Produktionsleiters P_p
benötigt.

(b) Produktionsplanung des Werkstättenleiters PS_2

Da in Werkstatt S_2 bis auf andere Proportionalitätsfaktoren für den Zwi-
schenproduktverzehr und die erstellte Endproduktmenge wie in Werkstatt
 S_1 vorliegen, können die Ausführungen zur Produktionsplanung von PS_1 ohne
Schwierigkeiten auf die Produktionsplanung von PS_2 übertragen werden. Es
gilt:

(α) Der Gesamtverbrauch an Zwischenproduktmengen kann von PS_2 nicht
beeinflusst werden.

Es ist:

$$\sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k Z_1^j(t) dt = 1,5 X_{1,k}$$

(75)

$$\sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k-1}^k Z_2^j(t) dt = 4 X_{2,k}$$

Aus diesem Grund ist es für die Produktionsplanung von PS_2 ohne Einfluß, welcher Verrechnungspreis für die Zwischenprodukte angesetzt wird (vgl. S.135).

(β) Der arbeitstägliche Verzehr an Hilfsstoff H an Maschine M_2^j beträgt bei einer Endproduktmengenvorgabe von $X_{1,k}^j$ und $X_{2,k}^j$ an P_2^j :

$$(76) \quad \int_{t=k-1}^k H_2^j(t) dt = FH_2^j(X_{1,k}^j, X_{2,k}^j) =$$

$$= \left[\begin{array}{l} \frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{3 \cdot 0,5} \cdot f_H(3) \quad \text{für } 0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j < 9 \cdot 0,5 \cdot 1,5 \\ \sqrt{\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{0,5}} \cdot \sqrt{1,5 \cdot f_H} \left[\sqrt{\frac{0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{1,5 \cdot 0,5}} \right] \\ \quad \text{für } 6,75 \leq 0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j \leq 36 \cdot 1,5 \cdot 0,5 \\ \frac{0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{6 \cdot 0,5} \cdot f_H(6) \quad \text{für } 27 < 0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j \leq 30 \end{array} \right]$$

Zur graphischen Darstellung der Funktion FH_2^j in Einheiten von $0,5X_{1,k}^j + X_{2,k}^j$ vgl. Abb. 23.

(γ) Der Werkstättenleiter PS_2 erhält dann ein befriedigendes - in bestimmten Fällen sogar optimales - Ergebnis, wenn er nach folgender Entscheidungsregel verfährt:

Solange $X_{1,k}/24 + X_{2,k}/12 \leq n_2$, wird im Stückkostenminimum bei Produktmengenvorgaben von $X_{1,k}^j = 24$ bzw. $X_{2,k}^j = 12$ produziert. Diese

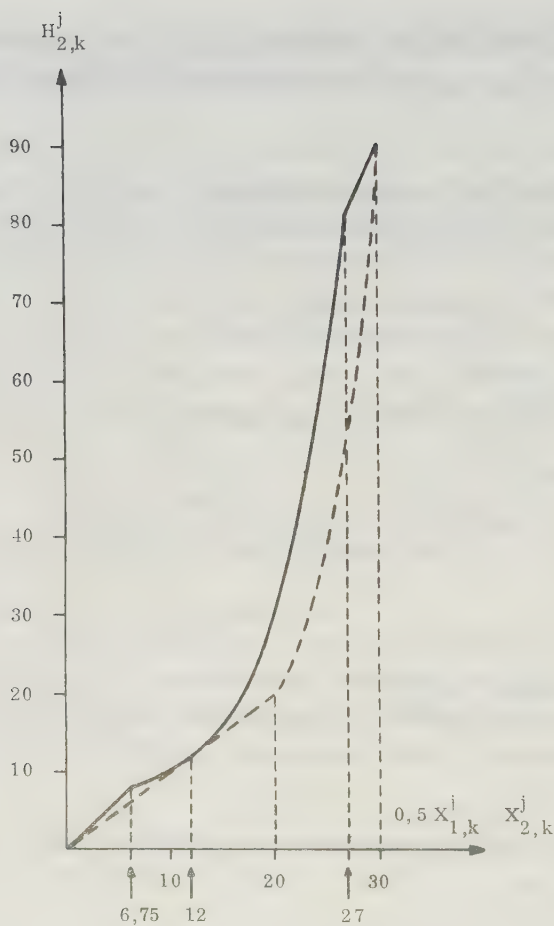


Abb. 23: Arbeitstäglicher Verzehr $H_{2,k}^j$ an Maschine M_2^j in Abhängigkeit von den Endproduktmengenvorgaben

Produktmengenvorgabe erhalten so viele Arbeiter, wie zur Erstellung der geforderten Gesamtmenge erforderlich sind. Einige Arbeiter können hierbei unbeschäftigt bleiben.

Gilt $n_2 \leq X_{1,k}/24 + X_{2,k}/12$, so muß bei Beschäftigung aller Arbeiter die Produktmengenvorgabe erhöht werden. Die Erhöhung der Vorgabemenge geschieht dabei so, daß an allen Maschinen der Hilfsstoffverzehr gleich groß ist, d. h. an alle Arbeiter, die X_1 produzieren sollen, die doppelte Vorgabe gerichtet wird als an die Arbeiter, die X_2 herstellen sollen. Hieraus kann die jeweilige Vorgabehöhe und die Anzahl der jeweils eingesetzten Maschinen berechnet werden (vgl. S.170).

Die Kapazität ist völlig ausgeschöpft, wenn $X_{1,k}/24 + X_{2,k}/12 = 2,5 n_2$ gilt.

Auf eine formale Darstellung der so gewonnenen Entscheidungsregel H_{PS_2} , die eine Hypothese über das Verhalten von PS_2 bildet, kann verzichtet werden.

3.2.5 Teil - Produktionstheorie des Produktionsleiters P_p

Entsprechend den Voraussetzungen zur "konstanten Produktionsorganisation" des Modellfalls muß die Produktionsfunktion FP_p des Produktionsleiters P_p die in Abb. 24 dargestellten Input- und Outputgrößen enthalten.

Inputgrößen sind die teilperiodenbezogenen Entscheidungsgrößen von P_p über die End- bzw. Zwischenproduktmengen.

Outputgrößen sind die für P_p zielrelevanten Größen über die erstellten Endproduktmengen, Zwischenproduktmengen, den Rohstoff und den

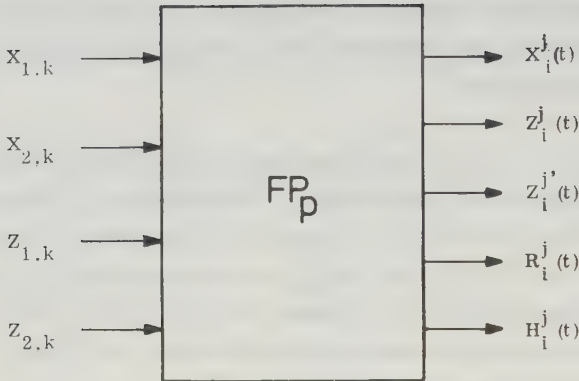


Abb. 24 : Input- und Outputgrößen der Produktionsfunktion des Produktionsleiters

Hilfsstoffverzehr. Diese Größen sind zunächst je Maschine je Zeitpunkt zu erfassen. Eine Analyse der Zielfunktion des Produktionsleiters (vgl. (17) und (18), S. 136 ff.) zeigt jedoch, daß zur Ermittlung der Zielerreichung des Produktionsleiters die aggregierte Erfassung dieser Größen je Arbeitstag k je Werkstatt S_i ausreicht.¹⁾ Zur Vereinfachung der formalen Darstellung

1) In der Zielfunktion von P_p treten ausschließlich Terme der Art

$$\sum_{j=1}^{n_i} \int_{t=0}^T X_i^j(t) dt \text{ usw. auf } . \text{ Diese können aus Termen der Art}$$

$$\sum_{j=1}^{n_i} \int_{t=k-1}^k X_i^j(t) dt \text{ usw. gewonnen werden. Letztere bedeuten aber}$$

soll also in Abänderung der ursprünglichen Konzeption (vgl. S. 82 ff.) auf eine zeitpunktbezogene Erfassung der Outputgrößen verzichtet werden und zu einer aggregierten Erfassung je Arbeitstag und Werkstatt übergegangen werden.¹⁾ Die Produktionsfunktion FP_p des Produktionsleiters muß dann folgende Input- und Outputgrößen enthalten (vgl. Abb. 25).

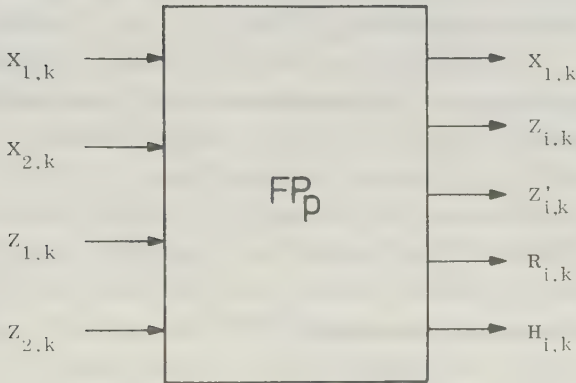


Abb. 25: Input- und Outputgrößen der Produktionsfunktion des Produktionsleiters bei modifizierter Vorgehensweise.

Zielsetzung der folgenden Überlegungen ist es wieder, die Produktionsfunktion FP_p rein logisch aus den Produktionsfunktionen F_{PS_1} und F_{PS_2} sowie aus den Entscheidungsregeln H_{PS_1} und H_{PS_2} zu gewinnen. Entsprechend der Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" wird hierzu die Entscheidungsregel H_{PS_i} in die Produktionsfunktion F_{PS_i} eingesetzt. Dabei ist

1) Selbstverständlich können auch mit der ursprünglichen Vorgehensweise die gleichen Ergebnisse - wenn auch umständlicher - erhalten werden.

die Verbindung zwischen der Werkstatt S_1 und S_2 in Form der Belieferung von S_2 mit Zwischenprodukten aus S_1 zu berücksichtigen (vgl. S. 11ff.).

Es gilt:

(a) Sofern $1,1 \cdot Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 66 n_1^{(1)}$ bzw. $0,5 \cdot X_{1,k} + X_{2,k} \leq 30 n_2^{(2)}$, werden die End- bzw. Zwischenproduktmengenvorgaben an die Werkstättenleiter PS_1 bzw. PS_2 entsprechend deren Entscheidungsregel eingehalten.³⁾

Die entsprechende Input- Outputbeziehung ist also die identische Abbildung.

(b) In den Überlegungen zur Produktionsplanung von PS_1 wurde bereits die Beziehung (62)

$$(62) \quad \int_{t=k-1}^k R_1^j(t) dt = 2 Z_{1,k}^j$$

abgeleitet (vgl. S. 163 f.). Folglich gilt:

$$(77) \quad R_{1,k} = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k R_1^j(t) dt = \sum_{j=1}^{n_1} 2Z_{1,k}^j = 2 Z_{1,k}$$

Analog gilt:⁴⁾

1) Vgl. (73) und (74), S. 171.

2) Vgl. S. 173.

3) Die Entscheidungsregeln von PS_1 und PS_2 sind auf die Einhaltung der Vorgaben abgestellt. Zur prinzipiellen Möglichkeit der Abweichung von Vorgaben vgl. die Ausführungen auf S. 98 ff.

4) Vgl. (63) und (75).

$$(78) \quad R_{2,k} = \frac{1,5}{1,1} \cdot Z_{2,k}$$

$$(79) \quad Z'_{1,k} = 1,5 \cdot X_{1,k}$$

$$(80) \quad Z'_{2,k} = 4 \cdot X_{2,k}$$

Die Größen $R_{1,k}$, $R_{2,k}$, $Z'_{1,k}$ und $Z'_{2,k}$ symbolisieren hierbei den Gesamtverzehr der jeweiligen Faktoren an Arbeitstag k .

(c) Als wichtige Kenngröße für die Produktionsplanung der Werkstättenleiter PS_1 und PS_2 wurde bereits der Gesamtverzehr an Hilfsstoff H an den einzelnen Maschinen in Abhängigkeit von den Produktmengenvorgaben ermittelt (vgl. Gleichungen (65), S.165 und (76), S.173 sowie Abb. 22 und Abb. 23). Mit dieser Information kann nun mit Hilfe der Entscheidungsregeln H_{PS_1} bzw. H_{PS_2} der Werkstättenleiter der Gesamtverbrauch an Hilfsstoff H in Werkstatt S_1 bzw. S_2 in Abhängigkeit von den End- bzw. Zwischenproduktmengenvorgaben an die Werkstättenleiter durch P_p ermittelt werden. Die Analyse beginnt mit dem Hilfsstoffverzehr in Werkstatt S_1 .

(cl) Die Entscheidungsregel des Werkstättenleiters PS_1 ist so beschaffen, daß an allen Maschinen der Werkstatt S_1 , die zur Produktion eingesetzt werden, der gleiche Hilfsstoffverzehr entsteht.¹⁾ Dies trifft für Mengenvorgaben von $Z_{2,k}^j = 1,1 \cdot Z_{1,k}^j$ an die Arbeiter P_1^j zu.²⁾ Dabei werden im Fall (1) mit $Z_{1,k}^{/24} + Z_{2,k}^{/26,4} \leq n_1$ $Z_{1,k}^{/24} + Z_{2,k}^{/26,4}$ Maschinen eingesetzt. Im Fall (2) mit $26,4 \cdot n_1 \leq 1,1 \cdot Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 66 \cdot n_1$ werden hierzu alle n_1 Maschinen beschäftigt.³⁾ Die jeweilige Produktmengenvorgabe beträgt im Fall (1) 24 Einheiten Z_1 bzw. 26,4 Einheiten Z_2 , im Fall (2)

1) Vgl. S. 170.

2) Vgl. S. 169.

3) Vgl. S. 169 ff.

$Z_{1,k}/n_1 + Z_{2,k}/1,1 \cdot n_1$ Einheiten Z_1 bzw. $1,1 Z_{1,k}/n_1 + Z_{2,k}/n_1$ Einheiten Z_2 .¹⁾ Dabei werden im Fall (1) arbeitstäglich je Maschine $FH_1^j(24,0) = FH_1^j(0,26,4) = 12$ Einheiten Hilfsstoff H, im Fall (2) arbeitstäglich je Maschine $FH_1^j(Z_{1,k}/n_1 + Z_{2,k}/1,1 \cdot n_1, 0) = FH_1^j(0, 1,1 Z_{1,k}/n_1 + Z_{2,k}/n_1)$ Einheiten Hilfsstoff H verbraucht.

Folglich gilt für den Verbrauch $H_{1,k}$ an Hilfsstoff H in Werkstatt S_1 an Arbeitstag k:

$$(81) \quad H_{1,k} = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=k-1}^k H_1^j(t) dt =$$

$$= \left[\begin{array}{l} (Z_{1,k}/24 + Z_{2,k}/26,4) \cdot FH_1^j(24,0) \\ \text{für } 1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 26,4 n_1 \\ \\ n_1 \cdot FH_1^j(Z_{1,k}/n_1 + Z_{2,k}/1,1 \cdot n_1, 0) \\ \text{für } 26,4 n_1 \leq 1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 66 n_1 \end{array} \right]$$

$$= \left[\begin{array}{l} \frac{1}{24} (Z_{1,k} + Z_{2,k}/1,1) \cdot FH_1^j(24,0) \\ \text{für } 1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 26,4 n_1 \\ \\ n_1 \cdot FH_1^j\left(\frac{1}{n_1} (Z_{1,k} + Z_{2,k}/1,1), 0\right) \\ \text{für } 26,4 n_1 \leq 1,1 Z_{1,k} + Z_{2,k} \leq 66 n_1 \end{array} \right]$$

Hieraus folgt, daß sich der Wert von $H_{1,k}$ für Produktmengenvorgaben $Z_{1,k}$, $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ mit $Z_{1,k} + Z_{2,k}/1,1 = \text{constans}$ nicht verändert. Der

1) Vgl. S. 169 ff.

Verbrauch an Hilfsstoff H kann demnach als Funktion von $Z_{1,k} + Z_{2,k}^{1,1}$ graphisch dargestellt werden. Abbildung 26 zeigt den Kurvenverlauf für $n = 10$.

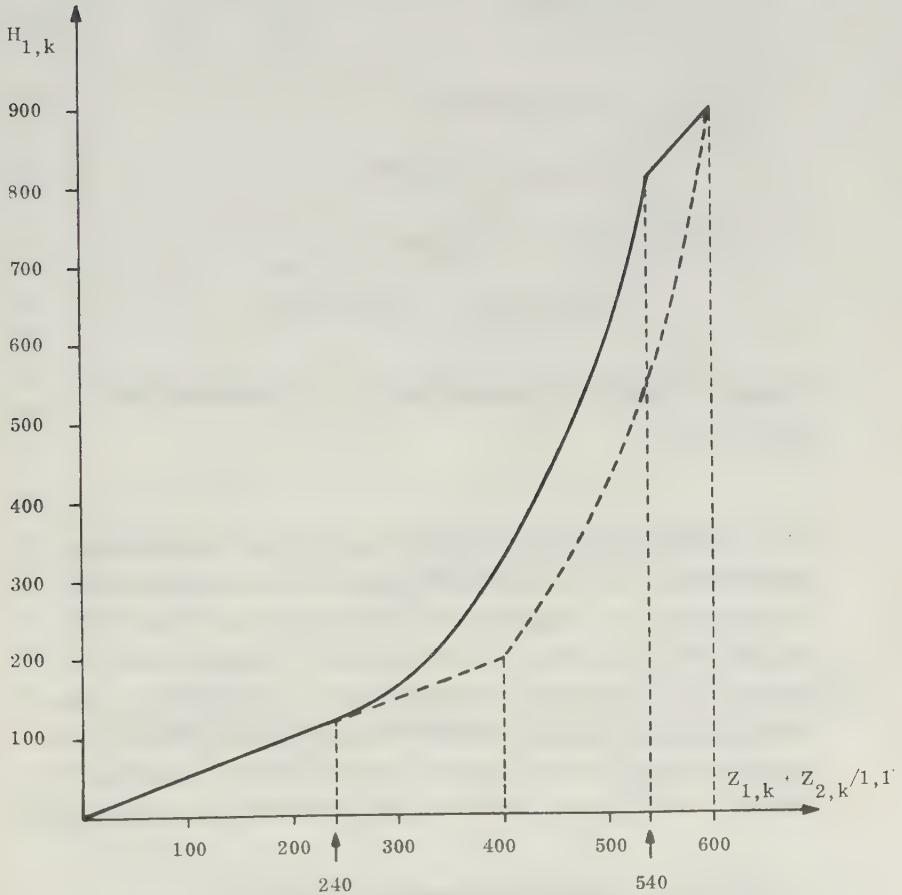


Abb. 26: Gesamtverbrauch $H_{1,k}$ an Hilfsstoff H in Werkstatt S_1 in Abhängigkeit von den Zwischenproduktmengenvorgaben

(c2) Völlig analog zu (c1) gilt für den Verzehr $H_{2,k}$ an Hilfsstoff H in Werkstatt S_2 in Abhängigkeit von den Endproduktvorgaben $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ an den Werkstättenleiter PS_2 :

$$(82) \quad H_{2,k} = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=k}^{k+1} H_2(t) dt =$$

$$= \begin{cases} \frac{1}{24} (X_{1,k} + 2 X_{2,k}) \cdot FH_2^j(24, 0) \\ \quad \text{für } X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 24 n_2 \\ \\ n_2 \cdot FH_2^j\left(\frac{1}{n_2} (X_{1,k} + 2 X_{2,k}), 0\right) \\ \quad \text{für } 24 n_2 \leq X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 60 n_2 \end{cases}$$

Abbildung 27 zeigt den Kurvenverlauf für $n = 10$ in Abhängigkeit von $X_{1,k} + 2 X_{2,k}$.

(d) In Werkstatt S_2 können nur dann die gewünschten Endproduktmengen erstellt werden, wenn die hierfür erforderlichen Zwischenproduktmengen aus Werkstatt S_1 zur Verfügung stehen. Werkstatt S_1 und Werkstatt S_2 sind also über die Variablen, die den Ausstoß an Zwischenprodukten aus Werkstatt S_1 und den Input an Zwischenprodukten in Werkstatt S_2 angeben, miteinander gekoppelt. Da die Werkstättenleiter PS_1 entsprechend der Weisungsstruktur des Modellfalls ohne Berücksichtigung dieser Koppelung entscheiden¹⁾, muß P_p seine Vorgaben an die Werkstättenleiter so wählen, daß

1) Vgl. hierzu die allgemeinen Ausführungen auf S. 111 ff.

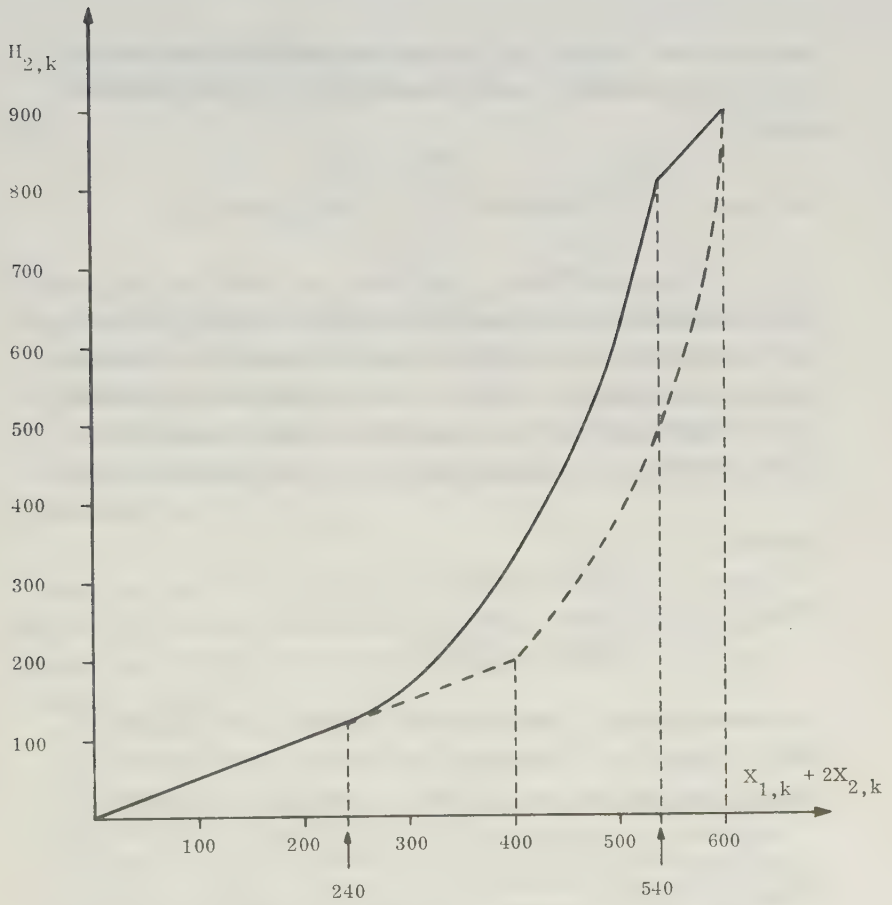


Abb. 27: Gesamtverbrauch $H_{2,k}$ an Hilfsstoff H in Werkstatt S_2 in Abhängigkeit von den Endproduktmengenvorgaben

unter Berücksichtigung des zwischen S_1 und S_2 geschalteten Lagers keine Störung des Produktionsablaufes eintritt.¹⁾

Hierzu wird eine Variable $L_i(t)$, die den Lagerbestand an Zwischenprodukt Z_i ($i = 1, 2$) im Zeitpunkt t angibt, eingeführt. Für $L_i(t)$ gilt definitionsgemäß:²⁾

$$(83) \quad L_i(t) = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=0}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=0}^t Z_i^j(\tau) d\tau$$

Dieser rechnerische Lagerbestand muß stets größer gleich Null sein, da keine negativen Lagermengen denkbar sind. Andererseits darf der Lagerbestand die Lagerkapazität nicht überschreiten. Hierzu wird angenommen, daß die Lagerkapazität gleich der doppelten maximalen Tagesproduktion der Werkstatt S_1 an Zwischenprodukten Z_i ist (z. B. aus Raummangel).

Somit gilt:

$$(84) \quad 0 \leq L_i(t) \leq \begin{cases} 120 n_1 & \text{für } i = 1 \\ 132 n_1 & \text{für } i = 2 \end{cases}$$

Der Produktionsleiter P_p muß also seine Vorgaben an die Werkstättenleiter so wählen, daß die Bedingung (84) erfüllt ist. Hierzu wird im folgenden gezeigt, daß dies dann der Fall ist, wenn folgende Bedingung Ψ'

1) Vgl. S. 112 ff.

2) Der Lagerbestand im Zeitpunkt t ist gleich der kumulierten Ausstoßmenge an Zwischenprodukt aus Werkstatt S_1 abzüglich der kumulierten Verzehrsmenge an Zwischenprodukt in Werkstatt S_2 .

(vgl. (85)) bezüglich der End- bzw. Zwischenproduktmengenvorgaben zu-
trifft.¹⁾

$$\begin{aligned}
 & Z_{1,1} - 60n_1 = 0 \\
 & Z_{2,1} - 60n_1 = 0 \\
 (85) \quad & Z'_{i,1} = 0 \quad (i = 1, 2) \\
 & Z_{i,k} - Z'_{i,k} = 0 \quad (i = 1, 2; k = 2, 3, \dots, T)
 \end{aligned}$$

Ψ' besagt, daß am ersten Tag in Werkstatt S_1 eine Zwischenprodukt-
menge von $60 n_1$ Einheiten Z_1 und $66 n_1$ Einheiten Z_2 zu produzieren ist,
der kein Verzehr in Werkstatt S_2 gegenübersteht. Am Ende des ersten
Tages liegt dann ein Lagerbestand von der Hälfte der Kapazität des Lagers
vor. An allen folgenden Tagen der Planperiode muß der arbeitstägliche
Verzehr an Zwischenprodukten gleich der arbeitstäglich erstellten Zwischen-
produktmenge sein.

Zu zeigen ist, daß die Einhaltung von (85) die Einhaltung von (84) garan-
tiert, das Zwischenlager also die arbeitstäglichen Produktionsschwankungen
auffangen kann, ohne daß es zu einem erzwungenen Stillstand in S_1 oder
 S_2 kommt. Es gilt:²⁾

1) Die Bedingung Ψ' der Gleichung (85) entspricht einer Vorstufe der Be-
dingung Ψ aus der Formulierung der Konsistenzbedingung in beliebigen
"konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis"
(vgl. S. 113f.). Aus ihr wird in späteren Schritten die Bedingung Ψ be-
züglich der Entscheidungsvariablen von P_p abgeleitet (vgl. S. 188f.).

2) Der folgende Beweis geht von relativ starken Voraussetzungen aus, so
daß die Beweisschritte einfach bleiben. In umfangreichen Beweisschritten
könnte gezeigt werden, daß auch bei geringerer Lagerkapazität und schwä-
cherer Fassung der Bedingung Ψ' das produktionswirtschaftliche Gleichge-
wicht aufrechterhalten werden kann.

$$(86) \quad \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=0}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=0}^t Z_i^j(\tau) d\tau \stackrel{1)}{=} 1)$$

$$= \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=0}^{k(t)} Z_i^j(\tau) d\tau + \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau -$$

$$- \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=0}^{k(t)} Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau =$$

$$2) \quad = \sum_{k=1}^{k(t)} Z_{i,k} - \sum_{k=1}^{k(t)} Z'_{i,k} +$$

$$+ \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau$$

$$\stackrel{3)}{=} \begin{bmatrix} 60n_1 & (i=1) \\ 66n_1 & (i=2) \end{bmatrix} + \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau$$

1) $k(t)$ soll den Beginn des zum Zeitpunkt t gehörenden Arbeitstages k bezeichnen.

2) Vgl. die Definition der $Z_{i,k}$ bzw. $Z'_{i,k}$:

$$Z_{i,k} = \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k-1}^k Z_i^j(\tau) d\tau; \quad Z'_{i,k} = \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k-1}^k Z_i^j(\tau) d\tau$$

3) Vgl. Bedingung Ψ , (85).

Hieraus folgt:

$$\begin{aligned}
 & \left[\begin{array}{c} 60n_1 \quad (i=1) \\ 66n_1 \quad (i=2) \end{array} \right] - \left| \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i'^j(\tau) d\tau \right| \leq \\
 (87) \quad & \leq \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=0}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=0}^t Z_i'^j(\tau) d\tau \leq \\
 & \leq \left[\begin{array}{c} 60n_1 \quad (i=1) \\ 66n_1 \quad (i=2) \end{array} \right] + \left| \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i'^j(\tau) d\tau \right|
 \end{aligned}$$

Wegen

$$(88) \quad 0 \leq \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau \leq Z_{i,k(t)}$$

und

$$(89) \quad 0 \leq \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i'^j(\tau) d\tau \leq Z_{i,k(t)}'$$

folgt aus (87):

$$\left| \sum_{j=1}^{n_1} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i^j(\tau) d\tau - \sum_{j=1}^{n_2} \int_{\tau=k(t)}^t Z_i'^j(\tau) d\tau \right| \leq \left[\begin{array}{c} 60n_1 \quad (i=1) \\ 66n_1 \quad (i=2) \end{array} \right]$$

Hieraus folgt zusammen mit (87) die Behauptung.

(e) Wird von einem Anfangslagerbestand von $60n_1$ Einheiten Z_1 und $66n_1$ Einheiten Z_2 ausgegangen, so kann die Bedingung ψ' aus (d) zusammen mit den Beziehungen $Z'_{i,k} = 1,5 X_{1,k}$ und $Z'_{i,k} = 4X_{2,k}$ aus (b) (vgl. S.179) wie folgt geschrieben werden:

$$\begin{aligned} Z_{1,k} &= 1,5 X_{1,k} & \text{für } k = 1,2,\dots, T \\ (90) \quad Z_{2,k} &= 4 \cdot X_{2,k} & \text{für } k = 1,2,\dots, T \end{aligned}$$

Gleichung (90) stellt eine Bedingung für die sinnvolle Wahl der Entscheidungsvariablen $X_{i,k}$ und $Z_{i,k}$ von P_p dar und entspricht damit der Bedingung ψ aus der Formulierung der Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis" (vgl. S. 113f.). Die Produktionsfunktion FP_p kann damit durch Substitution der Variablen $Z_{i,k}$ allein in den Variablen $X_{i,k}$ geschrieben werden. Zusammenfassend gilt dann:

$$\begin{aligned} Z_{1,k} &= 1,5 X_{1,k} \\ Z_{2,k} &= 4 \cdot X_{2,k} \\ (91) \quad R_{1,k} &= 2 \cdot 1,5 X_{1,k} = 3 X_{1,k} \\ R_{2,k} &= \frac{1,5}{1,1} \cdot 4 X_{2,k} = \frac{6}{1,1} X_{2,k} \\ H_k &= H_{1,k} (1,5 X_{1,k}, 4 X_{2,k}) + H_{2,k} (X_{1,k}, X_{2,k}) \\ & \quad (H_{1,k} \text{ gemäß (81), } H_{2,k} \text{ gemäß (82)}) \end{aligned}$$

Nebenbedingungen: ¹⁾

$$(92) \quad \begin{aligned} X_{1,k} + 2 X_{2,k} &\leq 60n_2 \\ 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} &\leq 60n_1 \end{aligned}$$

Gleichung (91) als Produktionsfunktion FP_p wurde damit wieder in rein analytischen Schritten aus den Produktionsfunktionen F_{PS_1} und F_{PS_2} der Werkstättenleiter sowie deren Entscheidungsregeln H_{PS_1} bzw. H_{PS_2} gewonnen.

3.2.6 Produktionsplanung des Produktionsleiters P_p

Entsprechend den Voraussetzungen (vgl. 136 ff.) strebt P_p die Maximierung folgender Zielfunktion an. ²⁾

$$(93) \quad \begin{aligned} G_p &= E - K_p \\ &= \sum_{i=1,2} px_i \cdot \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T X_i^j(t) dt \\ &\quad - \sum_{i=1,2} pr_i \cdot \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=0}^T R_i^j(t) dt \\ &\quad - ph \cdot \sum_{i=1,2} \sum_{j=1}^{n_i} \int_{t=0}^T H_i^j(t) dt \end{aligned}$$

1) Vgl. (81) und (82)

2) Zur Bedeutung der Größen vgl. Anhang 1.

$$\begin{aligned}
 & - \sum_{i=1,2} p_{1,i} \sum_{j=1}^{n_1} \int_{t=0}^T Z_i^j(t) dt \\
 & - \sum_{i=1,2} p_{2,i} \cdot \sum_{j=1}^{n_2} \int_{t=0}^T X_i^j(t) dt
 \end{aligned}$$

Mit Hilfe der Größen der Produktionsfunktion FP_p kann die Zielfunktion (93) wie folgt umgeschrieben werden.

$$\begin{aligned}
 (94) \quad G_p &= \sum_{i=1,2} (px_i \cdot p_{1,i,2}) \cdot \left(\sum_{k=1}^T X_{i,k} \right) \\
 & - \sum_{i=1,2} pr_i \cdot \left(\sum_{k=1}^T R_{i,k} \right) \\
 & - ph \cdot \sum_{i=1,2} \sum_{k=1}^T H_{i,k} - \sum_{i=1,2} p_{1,i} \sum_{k=1}^T Z_{i,k}
 \end{aligned}$$

Durch Einsetzen der Zusammenhänge der Produktionsfunktion FP_p erhält man:¹⁾

$$\begin{aligned}
 (95) \quad G &= (px_1 \cdot p_{1,2,1}^{-3} pr_1^{-1,5} p_{1,1,1}) \cdot \sum_{k=1}^T X_{1,k} \\
 & + (px_2 \cdot p_{1,2,2}^{-6} pr_2^{-4} p_{1,2,2}) \cdot \sum_{k=1}^T X_{2,k}
 \end{aligned}$$

1) Zwischenschritte der Berechnung werden nicht angeführt.

$$\begin{aligned}
 & - \text{ph} \cdot \sum_{i=1,2} \sum_{k=1}^T H_{i,k} = \\
 & = dx_1 \cdot \sum_{k=1}^T X_{1,k} + dx_2 \cdot \sum_{k=1}^T X_{2,k} - \\
 & - \text{ph} \cdot \sum_{k=1}^T H_{1,k} - \text{ph} \cdot \sum_{k=1}^T H_{2,k}
 \end{aligned}$$

Dabei bedeuten:

dx_1 = Deckungsbeitrag des Endproduktes X_1 ohne Berücksichtigung der Hilfsstoffkosten

dx_2 = Deckungsbeitrag des Endproduktes X_2 ohne Berücksichtigung der Hilfsstoffkosten

Der Produktionsleiter P_p steht damit vor folgender Planungssituation:

(96) Maximiere!

$$G_p = dx_1 \cdot \sum_{k=1}^T X_{1,k} + dx_2 \cdot \sum_{k=1}^T X_{2,k} - \text{ph} \cdot \sum_{k=1}^T H_{1,k} - \text{ph} \cdot \sum_{k=1}^T H_{2,k}$$

(97) Entscheidungsgrößen: $X_{1,k}, X_{2,k}^{1)}$ ($k = 1, 2, \dots, T$)

1) Durch eine Entscheidung über $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ ist wegen der Bedingung Ψ (vgl. (90), S. 188) die Entscheidung über $Z_{1,k}$ und $Z_{2,k}$ ebenfalls getroffen.

(98) Nebenbedingung:¹⁾

$$0 \leq X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 60n_2 \quad (k = 1, 2, \dots, T)$$

$$0 \leq 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 60n_1$$

(99) $H_{1,k}$ und $H_{2,k}$ gemäß F_{P_p} (vgl. (91))

Da die Variablen $X_{i,k}$ und die Verzehrsmengen $H_{i,k}$ für unterschiedliche k nicht untereinander abhängig sind, ist das Optimierungsproblem von P_p genau dann optimal gelöst, wenn es für jedes einzelne k optimal gelöst ist. Die Planungsaufgabe des Produktionsleiters P_p reduziert sich somit zu:

(100) Maximiere!

$$G_p = dx_1 \cdot X_{1,k} + dx_2 \cdot X_{2,k} - ph \cdot H_{1,k} - ph H_{2,k}$$

(101) Entscheidungsgrößen: $X_{1,k}, X_{2,k}$

(102) Nebenbedingung:

$$0 \leq X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 60n_2$$

$$0 \leq 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 60 n_1$$

(103) $H_{1,k}$ und $H_{2,k}$ gemäß FP_p

Es liegt somit ein Problem der nichtlinearen Programmierung mit linearen Nebenbedingungen vor. Da aber die Zielfunktion nicht separierbar und nicht

1) Vgl. (92), S. 189.

konkav ist,¹⁾ gibt es kein einfaches Verfahren zur Lösung dieser Aufgabe. Es bedarf vielmehr einer speziellen Vorgehensweise zum Auffinden der Optimallösung. Hierbei können Elemente der Differentialrechnung und der linearen Programmierung in nach Fällen unterschiedenen Teilproblemen eingesetzt werden. Es soll aber wieder vorausgesetzt werden, daß P_p zugunsten einer leichteren Rechenbarkeit des Optimierungsproblems nicht eine optimale, sondern lediglich befriedigende Lösung anstrebt. Hierzu wird in den folgenden Überlegungen eine heuristische Entscheidungsregel schrittweise ermittelt.

(a) Eine Analyse des Verlaufes der Kurven $H_{1,k}$ und $H_{2,k}$ (vgl. Abb. 26, S.181 und Abb. 27, S.183) zeigt, daß der Hilfsstoffverzehr im Bereich B_1 mit

$$(104) \quad B_1 = \{X_{1,k} + 2X_{2,k} \leq 24n_2\} \cap \left\{1,5X_{1,k} + \frac{4}{1,1}X_{2,k} \leq 24n_1\right\}$$

linear gemäß

$$(105) \quad H_k = H_{1,k} + H_{2,k} = \frac{1}{2} (X_{1,2} + 2X_{2,k}) + \frac{1}{2} (1,5X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k}) \\ = \frac{1}{2} (2,5X_{1,k} + (6,2/1,1)X_{2,k})$$

ansteigt. In B_1 liegt demnach der herkömmliche Fall linearer Programmierung vor. Die Suche nach einer optimalen Lösung kann also zunächst Punkte im Innern von B_1 vernachlässigen.

(b) Im Bereich außerhalb B_1 steigt der Verzehr im Bereich B_2 mit

1) Eine Funktion $Z = Z(x_1, x_2, \dots, x_n)$ heißt separierbar, wenn es Funktionen $Z_1, Z_2, \dots, Z_n$ gibt, so daß $Z = Z_1(x_1) + Z_2(x_2) + \dots + Z_n(x_n)$. Eine Funktion heißt konkav, wenn $\partial Z / \partial x_i$ monoton fallend in x_i . Vgl. hierzu z. B. Jocksch, H. C. (1962), S. 180 ff.; Künzi, H./Kreile, W., (1962), S. 55 ff.; Collatz, L.,/Wetterling, W., (1966), S. 72 ff.

$$(106) \quad B_2 = \{X_{1,k} + 2X_{2,k} \leq 54n_2\} \cap$$

$$\cap \{1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 54n_2\} \setminus B_1$$

überproportional stark an. Sofern es innerhalb von B_2 einen Punkt gibt, in dem die partiellen Grenzkosten des Hilfsstoffverzehr H_k gleich den Deckungsbeiträgen der Produkte (dx_1, dx_2 ; ohne Berücksichtigung der Hilfsstoffkosten) sind, stellt dieser Punkt ein lokales Maximum der Zielfunktion dar. Auf eine Ermittlung und Überprüfung dieser Punkte kann jedoch verzichtet werden, da bei Lösungspunkten in der Nähe des Randes von B_1 diese Randpunkte als befriedigende Ersatzlösungen angesehen werden können.¹⁾ Bei Lösungspunkten in der Nähe des äußeren Randes von B_2 sollen die Randpunkte des äußeren Randes als vorläufige Ersatzlösungen gewählt werden.²⁾³⁾

- 1) Im Bereich $\{X_{1,k} + 2X_{2,k} \leq 32,5\} \cap \{1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 32,5\} \setminus B_1$ wachsen die Grenzkosten des Hilfsstoffverzehr nur schwach (vgl. Kurvenverlauf von $H_{1,k}$ und $H_{2,k}$). Der Wert der Zielfunktion verändert sich also maximal um das $32,5/24 = 1,35$ -fache. Es liegt also ein Verzicht auf maximal 35 % Gewinnsteigerung vor. Sollte dieser Verzicht das Zufriedenheitsniveau unterschreiten, sind die Randpunkte von $\{X_{1,k} + 2X_{2,k} \leq 32,5\} \cap \{1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 32,5\} \setminus B_1$ entsprechend der Vorgehensweise in (a) zu berücksichtigen.
- 2) Im Bereich $\{32,5 X_{1,k} + 2X_{2,k} \leq 54n_1\} \cap \{32,5 \leq 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 54n_1$ bleiben die Grenzkosten des Hilfsstoffverzehr nahezu konstant (vgl. Kurvenverlauf von $H_{1,k}$ und $H_{2,k}$). Das nichtlineare Optimierungsproblem kann also durch ein lineares Optimierungsproblem approximiert werden, dessen Optimallösung am äußeren Rand des Bereiches liegt.
- 3) In Punkt (c) wird gezeigt werden, daß diese äußeren Randpunkte von B_2 durch andere Randpunkte im Wert der Zielfunktion übertroffen werden. Auch dies rechtfertigt die geschilderte Vorgehensweise.

(c) Im Bereich B_3 mit

$$(107) \quad B_3 = \{X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 60 n_2\} \cap \\ \cap \{1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 60 n_1\} \setminus (B_1 \cup B_2)$$

steigt der Hilfsstoffverzehr H_k linear gemäß:

$$(108) \quad H_k = 1,5 (X_{1,k} + 2 X_{2,k}) + 1,5 (1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k}) \\ = 1,5 (2,5 X_{1,k} + \frac{6,2}{1,1} X_{2,k})$$

In B_3 liegt demgemäß wieder der herkömmliche Fall linearer Programmierung vor. Das Maximum der Zielfunktion liegt am äußeren Rand von B_3 . Lösungspunkte, die in der Nähe des äußeren Randes von B_2 liegen, können also statt durch äußere Randpunkte von B_3 bei Erhöhung des Wertes der Zielfunktion durch äußere Randpunkte von B_3 ersetzt werden (innerer Rand von B_3 = äußerer Rand von B_2 ; Punkte am inneren Rand von B_3 besitzen geringere Werte der Zielfunktion als Punkte am äußeren Rand von B_3).

Entsprechend den Überlegungen in (a) - (c) gewährleistet die Einhaltung der folgenden Entscheidungsregel H_P eine befriedigende Zielerreichung des Produktionsleiters P_P :

(α) Löse folgendes lineares Optimierungsproblem:

Maximiere!

$$G_P = dx_1 \cdot X_{1,k} + dx_2 \cdot X_{2,k} - \frac{ph}{2} (2,5 X_{1,k} + \frac{6,2}{1,1} X_{2,k}) \\ = (dx_1 - 1,25 ph) X_{1,k} + (dx_2 - \frac{3,1}{1,1} ph) X_{2,k}$$

Nebenbedingungen:

$$X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 24 n_2 \\ 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 24 n_1 \\ X_{1,k} \geq 0; \quad X_{2,k} \geq 0$$

(β) Löse folgendes lineares Optimierungsproblem:

Maximiere!

$$\begin{aligned} G_p &= dx_1 \cdot X_{1,k} + dx_2 \cdot X_{2,k} - 1,5 \text{ ph } (2,5 X_{1,k} + \frac{6,2}{1,1} X_{2,k}) = \\ &= (dx_1 - 3,75 \text{ ph}) \cdot X_{1,k} + (dx_2 - \frac{9,3}{1,1} \cdot \text{ph}) \cdot X_{2,k} \end{aligned}$$

Nebenbedingungen:

$$\begin{aligned} X_{1,k} + 2 X_{2,k} &\leq 60 \text{ n}_2 \\ 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} &\leq 60 \text{ n}_1 \\ X_{1,k} &\geq 0 ; X_{2,k} \geq 0 \end{aligned}$$

(γ) Vergleiche den Wert der Zielfunktion in (α) und (β) und wähle $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ gemäß der höheren Zielerreichung.

3.2.7 Teil-Produktionstheorie des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_0

Entsprechend den Voraussetzungen muß die Produktionsfunktion $F P_0$ des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_0 die in Abb. 28 dargestellten Input-Outputvariablen enthalten.

Inputgrößen sind die Variablen N_1 und N_2 , die die zu bestimmende Anzahl n_1 bzw. n_2 der Maschinen in Werkstatt S_1 bzw. S_2 abbilden. Die alternative Festlegung von N_1 und N_2 bedingt jeweils den Übergang zu einer anderen "konstanten Produktionsorganisation". Die Ausführungen zeigen also die Möglichkeit auf, produktions-theoretische Fragestellungen, die den Rahmen konstanter Produktionsorganisationen sprengen, zu untersuchen.

Outputvariable der Produktionsfunktion $F P_0$ bilden die zielrelevanten Größen N_1 und N_2 (relevant für die Kosten der Maschinen), $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ (relevant für Erlöse und Lohnkosten; ferner vorgaberelevant als Absatzobergrenze), sowie $Z_{i,k}$, $R_{i,k}$ und $H_{i,k}$ ($i = 1, 2$) (relevant für Lohnkosten

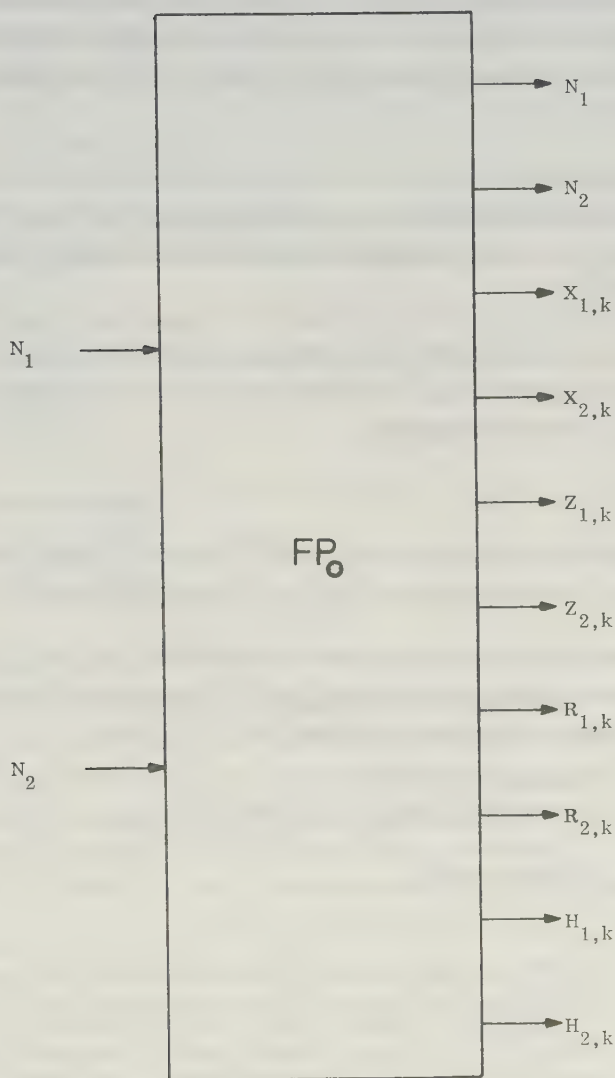


Abb. 28: Input- und Outputvariable der Produktionsfunktion FP_0

bzw. Rohstoff- und Hilfsstoffkosten). Hierbei genügt es aus zu den Ausführungen zur Produktionsfunktion des Produktionsleiters analogen Gründen, sich auf eine Erfassung dieser Größen je Arbeitstag k zu beschränken (vgl. S. 176 f.).

Zielsetzung ist es wieder, in rein logischen Schritten aus der Produktionsfunktion des Produktionsleiters P_p und dessen unterstellter Entscheidungsregel H_{P_p} die Produktionsfunktion FP_0 des "Eigners der Produktionsmittel" abzuleiten.

Zur Vereinfachung wird hierzu von folgenden Werten für die Deckungsbeiträge - vor Berücksichtigung der Hilfsstoffkosten - und von folgendem Preis für den Hilfsstoff H ausgegangen:

$$(109) \quad dx_1 = 3,25; \quad dx_2 = 6,4 / 1,1; \quad ph = 1.$$

Die Ableitung des Produktionsmodells erfolgt wieder in mehreren Schritten. Für die Entscheidungsregel H_{P_p} des P_0 untergeordneten Produktionsleiters gilt:

(a) Unter der Annahme der genannten Deckungsbeiträge und Preise vereinfacht sich die Entscheidungsregel H_{P_p} des P_0 untergeordneten Produktionsleiters wesentlich. Sie lautet in diesem Fall (vgl. S. 195f).

(α) Maximiere!

$$G_p = (3,25 - 1,25) \cdot X_{1,k} + \left(\frac{6,4}{1,1} - \frac{3,1}{1,1} \right) \cdot X_{2,k}$$

Nebenbedingungen:

$$X_{1,k} + 2 X_{2,k} \leq 24 n_2$$

$$1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} \leq 24 n_1$$

$$X_{1,k} \geq 0; \quad X_{2,k} \geq 0$$

(β) Maximiere!

$$G_p = (3,25 - 3,75) \cdot X_{1,k} + \left(\frac{6,4}{1,1} - \frac{9,3}{1,1} \right) \cdot X_{2,k}$$

Nebenbedingungen:

$$\begin{aligned} X_{1,k} + 2 X_{2,k} &\leq 60 n_2 \\ 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} &\leq 60 n_1 \\ X_{1,k} &\geq 0 ; X_{2,k} \geq 0 \end{aligned}$$

(δ) Vergleiche den Wert der Zielfunktion in (α) und (β) und wähle $X_{1,k}$ und $X_{2,k}$ gemäß der höheren Zielerreichung.

Da in (β) negative Koeffizienten in der Zielfunktion auftreten, muß nur (α) gelöst werden.¹⁾ Die Entscheidungsregel H_{P_p} von P_p lautet dann:

Maximiere!

$$G_p = 2 X_{1,k} + 3 X_{2,k}$$

Nebenbedingungen:

$$\begin{aligned} X_{1,k} + 2 X_{2,k} &\leq 24 n_2 \\ 1,5 X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} &\leq 24 n_1 \\ X_{1,k} &\geq 0 ; X_{2,k} \geq 0 \end{aligned}$$

Abbildung 29 zeigt dieses Optimierungsproblem. Es wurden für verschiedene Werte von n_1 und n_2 die Beschränkungsgeraden eingetragen. Hieraus können durch Kombination der Beschränkungsgeraden zulässige Bereiche gebildet werden. Abbildung 29 zeigt die zulässigen Bereiche für $n_1 = 8$ und $n_2 = 7$, für $n_1 = 20$ und $n_2 = 12$ sowie für $n_1 = 24$ und $n_2 = 15$. Ferner ist die Isogewinnlinie für $G = 720$ eingezeichnet. Andere Isogewinn-

1) Dieses Ergebnis trifft bei anderen Deckungsbeiträgen und Preisen nicht zu. Die Überlegungen können in diesem Fall analog übertragen werden, gestalten sich jedoch - was den formalen Aufwand betrifft - erheblich komplexer. In der vorliegenden Arbeit - die die grundsätzliche Vorgehensweise verdeutlichen soll - wird aus Gründen der besseren Übersicht auf die Behandlung derartiger Fälle verzichtet.

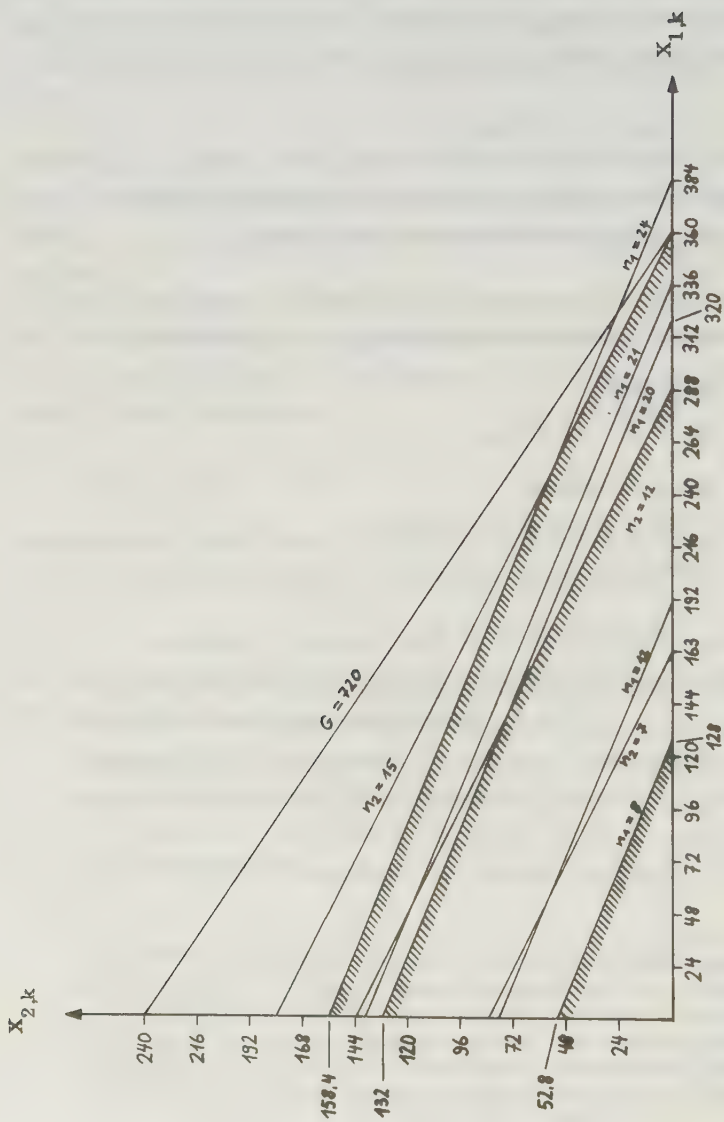


Abb. 29: Optimierungsproblem von P_p

Linien können aus dieser Isogewinnlinie durch Parallelverschiebung gewonnen werden.

Eine Analyse des Optimierungsproblems zeigt ferner, daß die Steigerung der Isogewinnlinie größer ist als die Steigerung der Restriktionen (vgl. auch Abb. 29).¹⁾ Die Optimallösung liegt damit auf der $X_{1,k}$ -Achse bei $X_{2,k} = 0$.²⁾

Das Optimierungsproblem reduziert sich somit zu:

(110) Maximiere!

$$G_p = 2X_{1,k}$$

(111) Nebenbedingungen:

$$X_{1,k} \leq 24 n_2$$

$$1,5 X_{1,k} \leq 24 n_1$$

$$X_{1,k} \geq 0; X_{2,k} \geq 0$$

Mit der Lösung:

$$(112) \quad X_{2,k} = 0; X_{1,k} = \text{Min} (24 n_2; 16 n_1)$$

Gleichung (112) stellt die im Spezialfall vereinfachte Entscheidungsregel des Produktionsleiters P_p dar.

(b) Die gemäß (a) vereinfachte Entscheidungsregel H_{P_p} (112) bildet bereits einen Teil der in der Produktionsfunktion FP_O des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_O gesuchten Relationen. Für jede Wahl von n_1 und n_2 durch P_O gibt (112) die realisierten Mengen an Endprodukten X_1 und X_2 an. Hieraus können entsprechend zur Konsistenzbedingung durch Einsetzen dieser Mengen in die Produktionsfunktion FP_p (vgl. (91), S. 188) die übrigen gesuchten Beziehungen ermittelt werden. Zusammenfassend gilt:

1) Es ist $\frac{2}{3} > \frac{1}{2} > \frac{1,5 \cdot 1,1}{4}$.

2) Dieses Ergebnis tritt nur im angenommenen Spezialfall auf. Vgl. hierzu auch S. 199, Fußnote 1.

$$\begin{aligned}
 X_{1,k} &= \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 X_{2,k} &= 0 \\
 Z_{1,k} &= 1,5 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 Z_{2,k} &= 0 \\
 (113) \quad R_{1,k} &= 3 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 R_{2,k} &= 0 \\
 H_{1,k} &= \frac{1}{24} \cdot 1,5 \cdot 12 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 &= 0,75 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 H_{2,k} &= \frac{1}{24} \cdot 12 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1) \\
 &= 0,5 \cdot \text{Min } (24 n_2; 16 n_1)
 \end{aligned}$$

Die Gleichungen zu (113) stellen die Produktionsfunktion FP_O des "Eigentümers der Produktionsmittel" dar.

3.2.8 Produktionsplanung des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_O

Eine Analyse der Planungssituation des "Eigentümers der Produktionsmittel" ist eigentlich nicht nötig, da über P_O keine Verhaltenshypothesen zur Ableitung weiterer Produktionsfunktionen übergeordneter Organisationsmitglieder benötigt werden. Sie wird aber dennoch durchgeführt, um die Tauglichkeit der Produktionsfunktion FP_O als Grundlage der Produktionsplanung von P_O zu demonstrieren. Außerdem kann dadurch der endgültig realisierte Kombinationsprozeß bestimmt werden. Durch gezielte Auswertung dieses Kombinationsprozesses gelangt man zu weiteren Fragestellungen, die den Gegenstand der Ausführungen des letzten Abschnittes der vorliegenden Arbeit bilden.

Die Produktionsplanung des "Eigentümers der Produktionsmittel" P_O ist vergleichsweise problemlos. Die Zielfunktion von P_O unterscheidet sich nämlich von der des Produktionsleiters P_p nur durch die zusätzliche Berücksichtigung der fixen Lohnkosten je Arbeiter und je Maschine in Werkstatt S_1 und S_2 . Außerdem müssen die Gehälter KPS_i der Werkstättenleiter

S_i und das Gehalt KP_p des Produktionsleiters P_p berücksichtigt werden (vgl. S. 137f.). Es gilt:¹⁾

$$(114) \quad G_o = \sum_{k=1}^T G_{p,k} - pn_1 \cdot N_1 - pn_2 \cdot N_2 - KPS_1 - KPS_2 - KP_p$$

Da gemäß der Planung des Produktionsleiters an jedem Arbeitstag k dieselben Produktmengen realisiert werden, ist $G_{p,k} = G_p^*$ für alle k . Umfaßt die Produktionsperiode k^* Arbeitstage, so lautet dementsprechend die Zielfunktion:

$$(115) \quad G_o = k^* \cdot G_p^* - pn_1 N_1 - pn_2 N_2 - KPS_1 - KPS_2 - KP_p$$

Der Wert des arbeitstäglichen Gewinns G_p^* kann dabei unmittelbar aus der Zielfunktion des Optimierungsproblems von P_p entnommen werden (vgl. (110), S. 201). Es gilt:

$$(116) \quad G_p^* = 2X_{1,k} = 2 \cdot \text{Min} (24 N_2 ; 16 N_1)$$

Unter Berücksichtigung der Absatzobergrenze $\bar{X}_1$ für das Endprodukt X_1 steht P_o damit vor folgendem Optimierungsproblem:

(117) Maximiere!

$$G_o = k^* \cdot 2 \text{ Min} (24 N_2 ; 16 N_1) - pn_1 \cdot N_1 - pn_2 \cdot N_2 - KPS_1 - KPS_2 - KP_p$$

(118) Nebenbedingung:

$$k^* \cdot \text{Min} (24 N_2 ; 16 N_1) \leq \bar{X}_1$$

Die Optimallösung lautet:²⁾

1) Zur Bedeutung der Größen vgl. S. 137 f. oder Anhang 1.

2) $[Y]$ soll den gerundeten Wert der Zahl Y symbolisieren.

$$(119) \quad \left[\begin{array}{l} N_1 = \left[\frac{\bar{X}_1}{16 \cdot k^*} \right] \\ N_2 = \left[\frac{\bar{X}_1}{24 \cdot k^*} \right] \end{array} \right] \quad \left. \begin{array}{l} \text{falls} \\ \\ \end{array} \right\} \left[\begin{array}{l} 2k^* - pn_1 \cdot \frac{\bar{X}_1}{16 k^*} \\ - pn_2 \cdot \frac{\bar{X}_1}{24 k^*} \geq 0 \end{array} \right]$$

$$\left[\begin{array}{l} N_1 = 0 \\ N_2 = 0 \end{array} \right] \quad \left. \begin{array}{l} \\ \text{sonst} \end{array} \right\}$$

3.3 Zusammenfassung und Überblick

Um einen Überblick über den vorausgehenden Modellfall zu erhalten und hierbei nochmals auf einige Besonderheiten des vorliegenden Ansatzes hinweisen zu können, werden im folgenden konkrete Werte für die bisher noch nicht numerisch spezifizierten Ausgangsdaten des Modellfalls angenommen. Es sei:

$$(120) \quad \begin{array}{ll} \bar{X}_1 = 100\,000 & \text{(Einheiten Produkt } X_1) = \text{Absatzobergrenze an Produkt } X_1 \text{ je Periode} \\ k^* = 200 & \text{(Tage) = Anzahl der Arbeitstage je Produktionsperiode} \\ pn_1 = 2\,000 \text{ (DM)} & = \text{fixe Lohnkosten je Arbeiter } P_1^j + \text{Kosten je Maschine } M_1^j \text{ je Periode} \\ pn_2 = 3\,000 \text{ (DM)} & = \text{fixe Lohnkosten je Arbeiter } P_2^j + \text{Kosten je Maschine } M_2^j \text{ je Periode} \end{array}$$

Gemäß seiner Entscheidungsfunktion (vgl. (119), S. 204) beschafft der "Eigentümer der Produktionsmittel" P_0 in der angenommenen Situation

$$(121) \quad N_1 = \left[\frac{100\,000}{16 \cdot 200} \right] = [31,25] = 31$$

Maschinen der Art M_1 und

$$(122) \quad N_2 = \left[\frac{100\,000}{24 \cdot 200} \right] = [20,83] = 21$$

Maschinen der Art M_2 .

Er erwartet dabei gemäß (117) einen Periodengewinn von:¹⁾

$$(123) \quad 2 \cdot 100\,000 - 2000 \cdot 31 - 3000 \cdot 21 = 75\,000 \text{ (DM)}$$

Nach Voraussetzung führt der Produktionsleiter P_p die Produktionsprogrammplanung selbständig im Rahmen der gegebenen Ausstattung durch. Entsprechend den auf S. 198 getroffenen Annahmen über die produktions-spezifischen Deckungsbeiträge wird die arbeitstäglich zu produzierende Produktmenge mittels folgendem Optimierungsproblem festgelegt:

Maximiere!

$$(124) \quad G = 2X_{1,k} + 3X_{2,k}$$

Nebenbedingungen:

$$(125) \quad \begin{aligned} X_{1,k} + 2X_{2,k} &\leq 24 \cdot 21 \\ 1,5X_{1,k} + \frac{4}{1,1} X_{2,k} &\leq 24 \cdot 31 \end{aligned}$$

Das Optimierungsproblem besitzt die Lösung (vgl. (112)):

$$(126) \quad \begin{aligned} X_{2,k} &= 0; \quad X_{1,k} = \min(24 \cdot 21; 16 \cdot 31) = \\ &= \min(504; 496) = 496 \end{aligned}$$

Die insgesamt je Periode hergestellte Produktmenge beträgt also $496 \cdot 200 = 99\,200$ Einheiten des Produktes X_1 , wodurch sich der Periodengewinn um den auf 800 Einheiten entfallenden Betrag ($= 1600$ DM) vermindert.²⁾

-
- 1) Von dem errechneten Betrag müssen noch die Gehälter KPS_i und KP_p für die Werkstättenleiter und für den Produktionsleiter abgezogen werden.
 - 2) Die Differenz in der erstellten Produktmenge ist auf die Ganzzahligkeitsbedingung für die Maschinenzahl zurückzuführen, die in der Zielfunktion von P_0 nicht beachtet wird.

Der Produktionsleiter P_p gibt gemäß dieser Planung die arbeitstäglichen Produktionsmengenvorgaben von $X_{2,k} = 0$ und $X_{1,k} = 496$ bzw. $Z_{2,k} = 0$ und $Z_{1,k} = 1,5 X_{1,k} = 744$ an End- bzw. Zwischenprodukten an die Werkstättenleiter PS_1 und PS_2 weiter. Die Werkstättenleiter verteilen ihrerseits diese Produktmengenvorgaben gemäß den ihrer Produktionsplanung entsprechenden Entscheidungsregeln H_{PS_1} und H_{PS_2} an die einzelnen Arbeiter.

Für den Werkstättenleiter PS_2 gilt (vgl. Entscheidungsregel H_{PS_2} , S. 173):

$$\frac{X_{1,k}}{24} + \frac{X_{2,k}}{12} = \frac{496}{24} = 20,6 < N_2 = 21$$

Für jeden Arbeiter an den 21 Arbeitsplätzen in Werkstatt S_2 werden also täglich 24 Einheiten des Endproduktes X_1 als Vorgabe festgelegt.¹⁾

Für den Werkstättenleiter PS_1 gilt (vgl. Entscheidungsregel H_{PS_1} , S. 171, Gleichung (73) und (74)):

$$\frac{Z_{1,k}}{24} + \frac{Z_{2,k}}{26,4} = \frac{744}{24} = 31 \leq N_1 = 31$$

Jedem Arbeiter an den 31 Arbeitsplätzen in Werkstatt S_1 werden damit 24 Einheiten des Zwischenproduktes Z_1 je Tag vorgegeben.

Die Arbeiter in Werkstatt S_1 und Werkstatt S_2 erfüllen diese Vorgaben bei freier Wahl von technisch-physikalischer Leistung der Maschine (Lärmbelastung) und Arbeitszeit gemäß ihren individuellen Zielsetzungen.

1) Bei genauer Planung dürfte nur an 20 Arbeiter eine Produktmengenvorgabe von 24 Einheiten weitergegeben werden; ein Arbeiter muß eine solche von 16 Einheiten erhalten. Von dieser genauen Analyse wird jedoch im Rahmen einer als zulässig erachteten Fehlergrenze abgesehen. Vgl. auch S. 169, Fußnote 1.

Die Arbeiter in Werkstatt W_1 wählen dabei entsprechend der Entscheidungsregel H_1^j (vgl. S. 153 f.) eine physikalische Leistung von

$$W_{1,k}^j = \sqrt{\frac{1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j}{1,5 \cdot 1,1}} = \sqrt{\frac{24}{1,5}} = 4$$

und eine Arbeitszeit von

$$A Z R 1_{1,k}^j = \frac{24}{1,1 \cdot 4} = 5,45 \text{ Stunden.}$$

In Werkstatt W_2 wird von den Arbeitern gemäß Entscheidungsregel H_2^j (vgl. S. 155 f.) eine physikalische Leistung von

$$W_{2,k}^j = \sqrt{\frac{0,5 \cdot X_{1,k}^j + X_{2,k}^j}{1,5 \cdot 0,5}} = \sqrt{\frac{12}{0,75}} = 4$$

und eine Arbeitszeit von

$$A Z R 1_{2,k}^j = 12 / (4 \cdot 0,5) = 6 \text{ Stunden}$$

eingehalten.

Dieses Ergebnis bedarf einiger Bemerkungen:

Zunächst ist festzustellen, daß die Arbeiter im Stückkostenminimum¹⁾ produzieren.²⁾ Dies ist deshalb beachtenswert, weil der Materialverbrauch den Arbeitern nicht als Entscheidungskriterium dient; diese orientieren sich vielmehr an anderen Kriterien (Lärmbelästigung, Arbeitszeit). Im angenommenen Modellfall gelingt es aber den übergeordneten Instanzen, die Arbeiter durch geeignete Vorgabe der Stückzahl so zu beeinflussen, daß kostenminimal produziert wird. Dieser Vorteil wird aber mit einem erheblichen Nachteil erkaufte: Die Arbeitszeit in Werkstatt W_1 beträgt nur 5,45 Stunden, die in Werkstatt W_2 nur 6 Stunden. Es liegen also Kapazitäten

1) Die Kosten der Maschinen werden dabei nicht berücksichtigt.

2) Vgl. Verbrauchskurve für den Hilfsstoff H; wegen der linearen Verbrauchskurven der übrigen Einsatzstoffe liegt das Minimum der Stückkosten im Minimum des stückbezogenen Verbrauchs an Hilfsstoff H, also bei einer technisch-physikalischen Leistung von 4.

brach, d.h. bei besserer Nutzung könnte die gleiche Menge mit weniger Maschinen produziert werden. Dieses Brachliegen der Maschinen ist darauf zurückzuführen, daß jede erhöhte Stückzahlvorgabe an die Arbeiter mit einem progressiv steigenden Verzehr an Hilfsstoff H verbunden ist. Die übergeordneten Instanzen bis zur Produktionsleitung versuchen, diesen Verzehr zu minimieren. Auf eine dadurch bedingte geringe Kapazitätsauslastung wird dabei keine Rücksicht genommen, da die Ausstattung mit Maschinen aus dieser Sicht als gegeben betrachtet wird und die entsprechenden Kosten damit nicht zielrelevant sind.

Der Vergleich mit den bisherigen produktions- und kostentheoretischen Ansätzen und einer darauf aufbauenden zentralen Produktionsplanung läßt einen erheblichen Unterschied erkennen: Bei den üblichen Ansätzen würde in einem dem Beispiel entsprechenden Modellfall davon ausgegangen werden, daß die kostenminimale technisch-physikalische Leistung bis zur vollen Ausschöpfung der zur Verfügung stehenden Arbeitszeit beibehalten (zeitmäßige Anpassung) und erst beim Überschreiten dieser Größe die Leistung erhöht wird (intensitätsmäßige Anpassung).¹⁾ Die gleiche Produktmenge wie im vorliegenden Modellfall kann dann mit einer wesentlich geringeren Ausstattung an Maschinen erstellt werden. Der dezentrale Entscheidungsprozeß und die Einbeziehung individueller Zielfunktionen bedingen also im Modellfall einen Effizienzverlust gegenüber dem rein ökonomischen Idealmodell.

1) Vgl. die auf S. 40, Fußnote 1 angegebene Literatur.

4. ZU EINER INTEGRIERTEN PRODUKTIONS- UND ORGANISATIONS- THEORIE IN VARIABLEN PRODUKTIONSORGANISATIONEN

4.1 Das Effizienzproblem als Ausgangspunkt

Der Vergleich von zentralem und dezentralem Entscheidungsprozeß im Modellfall zeigt, daß durch eine zentrale Organisationsstruktur eine wesentliche Effizienzsteigerung im Produktionsprozeß erreicht werden kann. Dies erlaubt prima facie die Schlußfolgerung, daß die zentrale Planung des Produktionsprozesses im simultanen Entscheidungsprozeß einer dezentralen, sukzessiven Planung vorzuziehen ist. Sucht man nach einer optimalen Struktur der Produktionsorganisation, so wäre also eine vollkommene Zentralisation vorzuziehen.

Hierbei müssen allerdings einige Fragen gestellt werden, von deren Beantwortung die Gültigkeit der obigen Folgerung abhängt:

Zunächst ist zu prüfen, ob das Ergebnis des Modellfalls verallgemeinert werden darf. Eventuell könnte nämlich auch bei dezentralem Entscheidungsprozeß die Organisationsstruktur so gestaltet werden, daß ein Effizienzverlust gegenüber der zentralen Planung vermieden wird.

Andererseits muß untersucht werden, ob die vollkommen zentrale Entscheidung über den Kombinationsprozeß wegen der hiermit verbundenen Informationsprobleme überhaupt möglich ist oder ob wegen quantitativer und qualitativer Überforderung einer zentralen Entscheidungseinheit faktisch ein dezentraler Entscheidungsprozeß erzwungen wird. Mit einzubeziehen in die Überlegungen sind hierbei der für die jeweilige Organisationsstruktur notwendige Informationsaustausch, die zur Entscheidungsfindung benötigte Informationsverarbeitungskapazität und die hierdurch jeweils entstehenden Kosten; dasselbe gilt für die sozialen und psychischen Konsequenzen unterschiedlicher

Organisationsstrukturen. Übersteigen beispielsweise die Kosten für Informationsaustausch und -verarbeitung bei zentraler Planung die entsprechenden Kosten bei dezentraler Planung um einen Betrag, der durch die erhöhte Effizienz eines zentralen Produktionsprozesses nicht ausgeglichen wird, so müßte die Entscheidung trotz des produktionstechnischen Effizienzverlustes zugunsten einer dezentralen Organisationsstruktur fallen.

Der vorausgegangene Entwurf zu einer Produktionstheorie unter Einbeziehung organisationaler Phänomene vermag diese Fragen nur teilweise zu beantworten. Im Rahmen dieser Arbeit kann nur untersucht werden, wie der Kombinationsprozeß selbst durch unterschiedliche Wahl der Organisationsstruktur beeinflusst wird. Hieraus können Schlüsse über die den Kombinationsprozeß betreffende Zielerreichung der Organisationsmitglieder gezogen werden. Welche Konsequenzen sonstiger Natur mit der Wahl einer bestimmten Organisationsstruktur verbunden sind, kann hier nicht geklärt werden. Unbearbeitet bleiben also die Fragen nach dem durch eine bestimmte Organisationsstruktur notwendig werdenden Informationsaustausch, nach der benötigten Informationsverarbeitungskapazität und den dadurch jeweils entstehenden Kosten sowie sämtliche Fragen nach den sozialen und psychischen Konsequenzen der Wahl einer Organisationsstruktur.

4.2 Produktionstheorie in variablen Produktionsorganisationen

Die bisherigen Ausführungen zu einer Produktionstheorie unter Berücksichtigung organisationaler Phänomene gingen von "konstanten Produktionsorganisationen" aus. Personenmehrheit, technisch-physiologische Größenmehrheit, Entscheidungsbereiche, Zielsetzungen und Vorgabegrößen waren in der Produktionsperiode gegeben und unveränderlich.

Sollen die Auswirkungen unterschiedlicher Produktionsorganisationen auf den Kombinationsprozeß untersucht werden, ist es notwendig, die genannten

Merkmale als variabel zuzulassen. Dabei wird zunächst angenommen, daß eine langfristige Produktionsperiode in Teilperioden zerlegt wird und nur jeweils am Ende der Teilperiodenorganisationale Veränderungen vorgenommen werden. Je Teilperiode liegt dann eine unterschiedliche, innerhalb der Teilperiode konstante Produktionsorganisation vor.

Veränderung der Produktionsorganisation bedeutet damit nichts anderes als den Übergang zu einer anderen konstanten Produktionsorganisation.¹⁾ Im folgenden ist also zu untersuchen, welche Auswirkungen ein Wechsel in der Produktionsorganisation auf den Kombinationsprozeß besitzt.

Da im vorliegenden Entwurf die Mengenbeziehungen des Kombinationsprozesses in personenbezogener Sicht betrachtet werden, ist zunächst zu ermitteln, wie sich eine Änderung der Produktionsorganisation auf die einzelnen Teil-Produktionstheorien der Organisationsmitglieder und auf den Zusammenhang zwischen den Teil-Produktionstheorien auswirkt. Anschließend kann geprüft werden, welche Zielerreichung die Wahl einer bestimmten Produktionsorganisation den Organisationsmitgliedern ermöglicht.²⁾

1) In der prinzipiellen Vorgehensweise liegt eine Analogie zur Veränderung der Ausstattung bei der Produktionsfunktion vom Typ C vor. Diese geht von gegebener Ausstattung aus. Eine Veränderung der Ausstattung bedeutet den Übergang zu einer neuen Produktionsfunktion (vgl. Heinen, E., (1974), S. 489 f.). Der vorliegende Entwurf setzt eine bestehende Organisationsstruktur voraus. Eine Veränderung der Organisationsstruktur bedeutet den Übergang zu einer neuen "konstanten Produktionsorganisation" KPO.

2) Damit werden auch die Probleme deutlich, die mit der Suche nach einer "optimalen" Produktionsorganisation verbunden sind. Soll nämlich die Berücksichtigung unterschiedlicher Zielsetzungen der Organisationsmitglieder beibehalten werden, mangelt es an einem einheitlichen Optimierungskriterium.

Hierzu wird schrittweise vorgegangen. Es wird zunächst jeweils nur ein Merkmal konstanter Produktionsorganisationen geändert, während die übrigen Merkmale unverändert bleiben. Zunächst wird nach den Konsequenzen der Veränderung der Zielsetzung bei einem Organisationsmitglied P_i gefragt.

4.2.1 Variation der Zielsetzungen

Eine veränderte Zielsetzung eines Organisationsmitgliedes P_i bedeutet, daß P_i seine Produktionsplanung nach anderen Kriterien durchführt. Damit ändert sich die Entscheidungsregel HP_i des Organisationsmitgliedes P_i . Unter der Annahme der Konstanz der Zielsetzungen der übrigen Organisationsmitglieder und der sonstigen Organisationsmerkmale bleiben hierbei die Produktionsfunktionen der P_i untergeordneten Organisationsmitglieder unverändert, da in diese Produktionsfunktionen die Entscheidungsregel HP_i nicht eingeht (vgl. die Konsistenzbedingung in beliebigen "konstanten Produktionsorganisationen mit einheitlicher Weisungsbefugnis", S.108ff.). Auch die Produktionsfunktion FP_i des Organisationsmitgliedes P_i selbst kann unverändert bleiben, sofern mit dem Wechsel der Zielsetzung nicht andere Größen zielrelevant werden. Anderenfalls ist FP_i um die neuen, jetzt zusätzlich zielrelevanten Größen als Outputvariable zu erweitern, während die nicht mehr zielrelevanten Größen aus dem Funktionszusammenhang weggelassen werden können. Der Zusammenhang der Inputvariablen von FP_i mit den nach wie vor relevanten Größen von P_i bleibt aber davon unberührt.

Die Produktionsfunktion des P_i übergeordneten Organisationsmitgliedes P_h ($P_h \rightarrow P_i$) erfährt jedoch eine wesentliche Veränderung, da das Entscheidungsverhalten von P_i Einfluß auf die in der Produktionsfunktion FP_h des übergeordneten Organisationsmitgliedes zu erfassenden Input-Outputbeziehungen ausübt. Die Art dieser Veränderung kann durch entsprechende Anwendung der Konsistenzbedingung aus den Produktionsfunktionen FP_i und der neuen Entscheidungsregel HP'_i von P_i ermittelt werden. Da somit für das P_i

übergeordnete Organisationsmitglied P_h andere Input-Outputbeziehungen bestehen, kann davon ausgegangen werden, daß die ursprüngliche Entscheidungsregel HP_h den (unveränderten) Zielsetzungen von P_h nicht mehr gerecht wird. Die Änderung der Zielsetzung von P_i induziert somit über eine Veränderung der Entscheidungsregel von P_i eine Veränderung der Produktionsfunktion FP_h und der Entscheidungsregel HP_h des übergeordneten Organisationsmitgliedes P_h . Diese Änderungen bewirken wiederum Änderungen in den Produktionsfunktionen und Entscheidungsregeln der weiteren, P_h übergeordneten Organisationsmitglieder bis zur Organisationsspitze. Die Art der Veränderungen der Produktionsfunktionen kann dabei jeweils durch Anwendung der Konsistenzbedingung aus der veränderten Produktionstheorie des jeweils unmittelbar untergeordneten Organisationsmitgliedes und dessen veränderter Entscheidungsregel rein analytisch abgeleitet werden. Die Änderung der zur Anwendung der Konsistenzbedingung notwendigen Entscheidungsregeln der Organisationsmitglieder kann hierbei aber nicht durch logische Überlegungen ermittelt werden. Hier müssen durch empirische Forschung zu überprüfende Annahmen gesetzt werden (vgl. auch S. 94 ff.).

Als Ergebnis kann festgehalten werden, daß die Veränderung der Zielsetzung eines Organisationsmitgliedes P_i erhebliche Veränderungen in den Produktionsfunktionen der P_i übergeordneten Organisationsmitglieder und deren Entscheidungsregeln bewirkt. Damit erfährt der durch die Entscheidungen aller Organisationsmitglieder letztlich determinierte Kombinationsprozeß ebenfalls eine Veränderung. Diese Veränderung wirkt sich aber nicht nur auf die Zielsetzungen der P_i übergeordneten Organisationsmitglieder, sondern auf die Zielsetzungen aller Organisationsmitglieder aus. Die jeweiligen Zielerreichungsgrade können dabei über die Zielerreichungsfunktionen der einzelnen Organisationsmitglieder gemäß KPO9 (vgl. S. 60 ff.) ermittelt werden. Ob eine Verbesserung oder Verschlechterung der Zielerreichungsgrade eintritt, ist im Einzelfall zu ermitteln.

4.2.2 Variation der Vorgabebereiche und Entscheidungsbereiche

Wird im nächsten Schritt von einer Veränderung des Entscheidungsbereiches EP_i eines Organisationsmitgliedes P_i ausgegangen, so kann diese Veränderung nicht mehr isoliert unter Konstanz der übrigen Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche betrachtet werden. Soll nämlich die Annahme einheitlicher Weisungsbefugnis (vgl. S. 71 ff.) aufrechterhalten werden, so muß bei unverändertem Vorgabebereich V_i von P_i der Vorgabebereich V_j eines P_i unmittelbar untergeordneten Organisationsmitgliedes P_j abgeändert werden, da die Entscheidung eines übergeordneten Organisationsmitgliedes eine Vorgabe für ein untergeordnetes Organisationsmitglied bedeutet (vgl. S. 69 ff.). Diese Änderung der Vorgabegrößen würde sich bei Konstanz der übrigen Entscheidungsbereiche also bis zur untersten Instanz in der Organisationshierarchie fortsetzen. Zur Verdeutlichung des Effektes einer isolierten Veränderung eines Entscheidungsbereiches sei daher davon ausgegangen, daß mit der Erweiterung bzw. Verringerung der Vorgabegrößen an P_j eine jeweils kompensierende Verringerung bzw. Erweiterung des Entscheidungsbereiches P_j einhergeht. Alle P_j untergeordneten Organisationsmitglieder besitzen dann unveränderte Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche. Ebenso bleiben die Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche aller P_i übergeordneten Organisationsmitglieder unverändert, so daß der Wechsel in den Entscheidungsbereichen und Vorgabebereichen auf zwei Instanzen in der Organisationshierarchie beschränkt bleibt.

Bei einer derartigen Variation bleiben die Produktionstheorien der P_j untergeordneten Organisationsmitglieder wegen der Unverändertheit der Vorgabebereiche und Entscheidungsbereiche und wegen der zusätzlichen Annahme der Konstanz der Zielsetzungen und der damit verbundenen Konstanz der Entscheidungsregeln ohne Änderung.

Die Produktionstheorie des P_i untergeordneten Organisationsmitgliedes P_j bleibt unter den genannten Voraussetzungen hinsichtlich ihrer Input-

und Outputvariablen unverändert. Dasselbe gilt für den Funktionszusammenhang, da die Produktionstheorien und Entscheidungsregeln der P_j untergeordneten Organisationsmitglieder nicht tangiert werden. Lediglich die Zuordnung der Variablen als Entscheidungsvariable oder Vorgabevariable hat sich verändert. Über Größen, die ursprünglich als Vorgaben hingenommen werden mußten, kann P_j bei einer Vergrößerung seines Entscheidungsbereiches nun selbst entscheiden. Umgekehrt muß P_j bei einer Verkleinerung seines Entscheidungsbereiches nun Größen als unabänderlich beachten, die vorher in seiner Disposition standen. Damit ändert sich notwendigerweise die Entscheidungsregel von P_j , die die Entscheidung von P_j in Abhängigkeit von den gesetzten Vorgaben beschreibt. Die Art der Änderung der Entscheidungsregel läßt sich analytisch nicht ermitteln, sondern es müssen Annahmen gesetzt werden, die durch empirische Forschung zu überprüfen sind. Hierbei kann nachgewiesen werden, daß P_j durch geeignete Wahl seiner Entscheidungsregel bei einer Erweiterung seines Entscheidungsbereiches bei gleicher Vorgabe von P_i bezüglich der P_i als Vorgabe an P_j verbliebenen Entscheidungsvariablen eine mindestens gleich gute Zielerreichung durchsetzen kann.¹⁾

Umgekehrt erhält P_j bei einer Verringerung seines Entscheidungsbereiches bei gleichen Vorgabewerten von P_i bei beliebiger Wahl der Entscheidungsregel keine Verbesserung der Zielerreichung, falls die vor Änderung der Entscheidungsbereiche bestehende Entscheidungsregel von P_j eine Optimierung der Zielerreichung bei gegebenen Vorgaben zur

1) Eine Entscheidungsregel mit gleich guter Zielerreichung wie vor Änderung der Entscheidungsbereiche ordnet den Größen, die vor Änderung als Vorgabe beachtet werden mußten und jetzt zu entscheiden sind, einen beliebig gewählten Wert zu. Danach wird die alte Entscheidungsregel angewandt, wobei diese Größen wie Vorgaben behandelt werden.

Konsequenz hatte.¹⁾

Wird die Produktionstheorie FP_i von P_i selbst betrachtet, so entfallen bei einer Verringerung des Entscheidungsbereiches von P_i , die einer Verringerung des Vorgabebereiches von P_j und einer entsprechenden Erweiterung des Entscheidungsbereiches von P_j entspricht, als Inputvariable diejenigen Größen, die nach Änderung in der Entscheidung von P_j liegen. Bezüglich dieser Variablen müssen also von P_i Verhaltensannahmen über die Entscheidung von P_j getroffen werden. In der allgemeinen Konsistenzbedingung werden diese Verhaltensannahmen durch die Entscheidungsfunktion HP_j von P_j erfasst. Die Konsistenzbedingung gibt dann an, wie aus der Teiltheorie von P_j und der Entscheidungsregel HP_j die Teiltheorie P_i gewonnen werden kann.

Umgekehrt bedeutet eine Erweiterung des Entscheidungsbereiches von P_i eine Erweiterung der Vorgaben an P_j und eine entsprechende Verringerung des Entscheidungsbereiches von P_j . In die Teiltheorie FP_i von P_i sind also neue Inputvariable aufzunehmen, über die vor Änderung der Entscheidungsbereiche Verhaltenshypothesen gesetzt werden mußten. Mit Hilfe der Konsistenzbedingung kann wieder aus der Teiltheorie von P_j und der veränderten Verhaltenshypothese über P_j in Form einer Entscheidungsregel von P_j die Teiltheorie von P_i abgeleitet werden.

Eine Verringerung des Entscheidungsbereiches von P_i - gleiche Vorgaben von dem P_i übergeordneten Organisationsmitglied P_h vorausgesetzt - bedeutet, daß P_i bei Optimierung der Zielerreichung vor Änderung der Entscheidungsbereiche mit keiner neuen Entscheidungsregel eine Verbesserung erreichen kann, sofern sich P_j so verhält, daß P_j die für ihn aufgrund der Erweiterung seines Entscheidungsbereiches mögliche Zielerhö-

1) Eine Entscheidungsregel mit Optimierung der Zielerreichung ordnet jeder Vorgabe die bezüglich der Zielsetzung optimale Entscheidung zu. Müssen nach Änderung der Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche bisher variierbare Größen als Vorgaben beachtet werden, ist damit eine Zielverminderung verbunden. Dieses Ergebnis gilt aber nicht mehr, wenn vor Änderung von P_j nur eine befriedigende Ziel-

hung wahrnimmt.¹⁾ Die Erweiterung des Entscheidungsbereiches von P_i bei gleichen Vorgaben des ihm übergeordneten Organisationsmitgliedes hat hingegen zur Konsequenz, daß P_i eine mindest gleich gute Zielerreichung realisieren kann, falls P_j nicht von einer für P_j befriedigenden Entscheidungsregel nach Änderung der Entscheidungsbereiche auf eine Entscheidungsregel mit höherem Anspruchsniveau oder Optimierung übergeht. Anders ausgedrückt bedeutet dies, daß P_i bei gleichen Vorgaben des übergeordneten Organisationsmitgliedes P_h eine mindest gleich gute Zielerreichung durchsetzen kann, falls P_j vor Änderung der Entscheidungsbereiche bereits eine optimierende Entscheidungsregel benutzt und auch nach Änderung eine Optimierung seiner Zielerreichung anstrebt.²⁾

erreichung angestrebt wurde. Durch entsprechende Verbesserung seiner Entscheidungsregel kann P_j in diesem Fall trotz Verringerung seiner Entscheidungsvariablen eventuell eine Verbesserung seiner Zielerreichung durchsetzen.

- 1) Eine Optimallösung für P_i wird dadurch erreicht, daß jede Entscheidungsvariable von P_i frei variierbar ist. Dies trifft nach Änderung der Entscheidungsbereiche nicht mehr zu (einige Variable werden von P_j festgelegt), so daß P_i eine Verminderung der Zielerreichung hinnehmen muß. Dies tritt aber nur dann ein, wenn P_j für seine eigenen Ziele eine Verbesserung durchsetzt, d.h. eine Wahl der ihm nach Änderung der Entscheidungsbereiche zur Verfügung stehenden Variablen trifft, die ihm vor Änderung der Entscheidungsbereiche wegen entsprechender Vorgaben nicht möglich war.
- 2) Die Einhaltung folgender Entscheidungsregel bedeutet für P_i eine gleich gute Zielerreichung wie beim Zustand vor Änderung der Entscheidungsbereiche: Für die Variablen, die bereits vor Änderung im Entscheidungsbereich von P_i lagen, wird die Entscheidungsregel vor Änderung befolgt. Für die Variablen, die nun im Entscheidungsbereich von P_i liegen, wird die Entscheidung gemäß der vor Änderung bestehenden Entscheidungsregel von P_j getroffen. Da diese Wahl gemäß Voraussetzung für P_j eine Optimalentscheidung bedeutet, wird P_j in der gleichen Weise wie vor Änderung der Entscheidungsbereiche reagieren, um seine optimale Zielerreichung beibehalten zu können. Die Entscheidungen von P_i und P_j fallen also vor und nach Änderung der Entscheidungsbereiche gleich aus, was der Realisierung eines unveränderten Kombinationsprozesses und damit unveränderter Zielerreichung gleichkommt.

Wird die Produktionsfunktion FP_h des P_i übergeordneten Organisationsmitgliedes P_h mit $P_h \longrightarrow P_i$ betrachtet, so besitzt die Teiltheorie FP_h wegen der unveränderten Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche gleiche Input- und Outputvariable wie vor Änderung. Das P_h untergeordnete Organisationsmitglied P_i weist aber eine veränderte Teiltheorie und ein verändertes Entscheidungsverhalten auf, so daß - gemäß der Konsistenzbedingung - auch die Teiltheorie von P_h verändert wird. Damit wird die Entscheidungsregel HP_h von P_h den Zielsetzungen von P_h nicht mehr gerecht; P_h wird seine Entscheidungsregel also neu gestalten. Als Folge hiervon wird in den Teiltheorien der P_h übergeordneten Organisationsmitglieder bis zur Organisationsspitze ein Änderungsprozeß in den Teiltheorien und Entscheidungsregeln ausgelöst, wie er bereits bei der Behandlung von Konsequenzen von Zieländerungen beschrieben wurde.

Die Veränderung der Entscheidungsregeln der P_i übergeordneten Organisationsmitglieder hat zur Konsequenz, daß P_i nicht die gleichen Vorgabewerte erhält, die es vor Änderung seines Entscheidungsbereiches zu beachten hatte. Analoges gilt für P_j . Die vorausgehenden Aussagen über eine Verbesserung bzw. Verschlechterung der Zielerreichung von P_i bzw. P_j , die nur unter der Voraussetzung gleicher Vorgaben gelten, werden damit relativiert und gelten nur noch für die Unternehmensspitze, die lediglich exogene Daten zu beachten hat. Für ein Organisationsmitglied P_i auf einer mittleren Hierarchieebene kann sich bei Erweiterung seines Entscheidungsbereiches wegen einer für P_i ungünstigeren Vorgabe auch eine Verringerung der Zielerreichung bzw. bei Verringerung seines Entscheidungsbereiches eine Erhöhung der Zielerreichung ergeben.¹⁾ Analoges gilt für P_j . Ebenso kann nicht allgemein ausgesagt werden, wie sich die Zielerreichung der P_i übergeordneten Organisationsmitglieder und der P_j untergeordneten Organisationsmitglieder verändert. Aussagen über die Veränderung der Zielerreichung bei Erweiterung oder Verringerung des Entscheidungsbereiches eines Organisationsmitgliedes können also mit Ausnahme für die Unternehmensspitze stets nur im Einzelfall getroffen werden.

1) Vgl. als Beispiel für einen derartigen Fall Anhang 3.

In einem weiteren Schritt der Untersuchung der Konsequenzen veränderter Organisationsstrukturen können nun die Entscheidungs- und Vorgabebereiche mehrerer Organisationsmitglieder auf mehreren Ebenen der Organisationshierarchie gemeinsam variiert werden. Da jedoch bereits bei einer auf zwei Ebenen der Organisationshierarchie beschränkten Variation der Organisationsstruktur außer für die Organisationsspitze keine Aussagen über die neue Zielerreichung gewonnen werden konnten, ist dies auch hier nicht möglich. Nur im Einzelfall kann entsprechend der oben aufgezeigten Vorgehensweise unter Zugrundelegung von Hypothesen über die Veränderung der Entscheidungsregeln der Organisationsmitglieder der letztlich realisierte Kombinationsprozeß und damit die Zielerreichung ermittelt werden.

4.2.3 Variation der Personenmehrheit

Ein weiterer Schritt zu einer Produktionstheorie in variablen Produktionsorganisationen ist in einer Variation der Personenmehrheit zu sehen. Im vorausgehenden Modellfall wurde bereits gezeigt, wie derartige Veränderungen produktions-theoretisch erfaßt werden können. In der Situation des Beispiels treten hierbei deshalb keine prinzipiellen Schwierigkeiten auf, weil die Zielsetzungen, Entscheidungsbereiche und Vorgabebereiche keiner Veränderung unterliegen. Generell kann hiervon aber nicht ausgegangen werden; vielmehr ist mit der Veränderung der Personenmehrheit häufig auch ein Wechsel in den Zielsetzungen und den Entscheidungs- und Vorgabebereichen verbunden. Es kann sogar sein, daß die gesamte Weisungsstruktur verändert wird (z.B. Einbau oder Wegfall von Instanzen in Entscheidungshierarchien). Über den Modellfall hinausgehende Aussagen bezüglich der Veränderungen der Produktionsfunktionen und deren Zusammenhang, den letztlich realisierten Kombinationsprozeß und die produktionsbedingte Zielerreichung können wegen der bereits aufgezeigten Schwierigkeiten auch hier nicht gewonnen werden.

4.2.4 Variation der technisch-physiologischen Größenmehrheit

Wird in einem letzten Schritt von einer Veränderung der technisch-physiologischen Größenmehrheit ausgegangen, so bedeutet dies die Einführung neuer Kombinationsverfahren mit veränderten Einsatzfaktoren und veränderten Produkten. Die gesamten Zusammenhänge, die in der Axiomatik einer "konstanten Produktionsorganisation" abgebildet werden, bedürfen also einer Neudefinition. Es müssen die Entscheidungs- und Vorgabebereiche sowie die Zielsetzungen neu gefaßt werden. Zur Ermittlung der Produktionsfunktionen der auf unterster Stufe stehenden Organisationsmitglieder, aus denen mittels Verhaltenshypothesen die übrigen Produktionsfunktionen abgeleitet werden können (vgl. S. 105 ff.), müssen neue empirische Erhebungen angestellt werden. Allgemeine Aussagen lassen sich aufgrund logischer Überlegungen nicht gewinnen.

4.3 Schlußfolgerung

Generell erlaubt der vorgelegte Ansatz nicht die Berücksichtigung von Merkmalen der Organisationsstruktur als explizite Variable. Aus den vorstehend durchgeführten Überlegungen wurde deutlich, daß die Variation schon einer einzelnen solchen Variablen die jeweils bestehende Organisationsstruktur in erheblichem Umfang verändert und damit eine Neuformulierung der hiervon betroffenen Teile der zugehörigen Produktionstheorie erfordert. Strebt man für die Struktur einer Produktionstheorie noch ein gewisses Maß an Überschaubarkeit an, so erweist sich damit die in Abschnitt 2 getroffene Annahme einer konstanten Produktionsorganisation als unumgänglich.

Die zunächst unvermeidbare Prämisse einer invarianten Produktionsorganisation fixiert aber die einmal entwickelten theoretischen Aussagen keineswegs ausschließlich auf die anfangs zugrundegelegte Organisation. Über die auf den Seiten 108ff. formulierte allgemeine Konsistenzbedingung ist es nämlich möglich, im Einzelfall die Produktionstheorie den veränderten organisationalen Gegebenheiten anzupassen. Dies wurde beispielhaft auf den Seiten 209 ff. dargestellt.

Keiner weiteren Erklärung bedarf es, daß zur Modifizierung der entwickelten Produktionstheorie der Umfang der vorgenommenen Organisationsänderung im einzelnen bekannt sein muß. Wie im vorausgegangenen Abschnitt gezeigt, kann in der Regel nicht von einer isolierten Variation der Produktionsorganisation unter sonst gleichen Bedingungen ausgegangen werden. Informationen hierüber lassen sich naturgemäß nicht mit dem Instrumentarium der vorgelegten Produktionstheorie gewinnen.

Die Implikationen einer Organisationsänderung lassen sich auf zweierlei Weise ermitteln. Zum einen besteht die Möglichkeit, Vorgabe- und Entscheidungsbereiche, individuelle oder organisationale Zielsetzungen und Entscheidungsregeln empirisch am Objekt -d.h. für jeden Einzelfall von

neuem - zu erheben. Der hiermit verbundene Untersuchungsaufwand ist erheblich. Die Produktionstheorie vermag allerdings Hinweise zu geben, welche ihrer Variablen von einer bestimmten Änderung tangiert sein können, so daß der Umfang der jeweils erforderlichen Untersuchung eingegrenzt werden kann. Zum anderen ist es denkbar, daß die Konsequenzen der Variation einer Organisationsvariablen mittels einer verhaltensorientierten Organisations- bzw. Entscheidungstheorie beschrieben werden können. Damit könnte das mit Hilfe einer einmal vorgenommenen empirischen Erhebung entwickelte Modell einer realen Organisation über mehrere organisationale Veränderungen hinweg fortgeschrieben werden, ohne daß im Einzelfall weitere Erhebungen erforderlich wären. Genau dieses Modell bildet aber die Grundlage für die Modifizierung der jeweiligen Produktionstheorie im Hinblick auf die eingetretenen Veränderungen mit Hilfe der allgemeinen Konsistenzbedingung.

Die hier entwickelte Produktionstheorie wäre also um eine deskriptive Theorie des Entscheidungsverhaltens in Organisationen zu ergänzen, die individuelles und/oder organisationales Verhalten in Abhängigkeit von strukturellen Variationen zum Inhalt hat. Mit zunehmender Leistungsfähigkeit einer solchen Theorie erweist sich die von der Annahme einer konstanten Produktionsorganisation ausgehende Restriktion letztlich als faktisch irrelevant.

Anhang 1: Bedeutung der Größen des Modellfalles

(a) Technisch-physiologische Größen

${}^1RZ_i^j$	=	Zustandsvariable des Rüstzustandes 1 der Maschine M_i^j in Werkstatt S_i ($i = 1, 2; j = 1, 2, \dots, n_1$)
${}^2RZ_i^j$	=	Zustandsvariable des Rüstzustandes 2
${}^{1,2}U_i^j$	=	Umrüstvariable von Rüstzustand 1 in Rüstzustand 2 an Maschine M_i^j
${}^{2,1}U_i^j$	=	Umrüstvariable von Rüstzustand 2 in Rüstzustand 1
W_i^j	=	technisch-physikalische Leistung der Maschine M_i^j
AZ_i^j	=	eigentlicher bearbeitender Einsatz von Arbeiter P_i^j
AW_i^j	=	Lärmbelastung an Maschine M_i^j
R_1^j	=	Rohstoffverzehr an Rohstoff 1 an Maschine M_1^j in Werkstatt S_1
R_2^j	=	Rohstoffverzehr an Rohstoff 2 an Maschine M_1^j in Werkstatt S_1
H_1^j	=	Hilfsstoffverzehr an Maschine M_1^j
H_2^j	=	Hilfsstoffverzehr an Maschine M_2^j
Z_1^j	=	Ausstoß an Zwischenprodukt Z_1 an Maschine M_1^j in Werkstatt S_1 .
Z_2^j	=	Ausstoß an Zwischenprodukt Z_2 an Maschine M_2^j in Werkstatt S_1
$Z_1'^j$	=	Verzehr an Zwischenprodukt Z_1 an Maschine M_2^j in Werkstatt S_2
$Z_2'^j$	=	Verzehr an Zwischenprodukt Z_2 an Maschine M_2^j in Werkstatt S_2

X_1^j	=	Ausstoß an Endprodukt X_1 an Maschine M_2^j in Werkstatt S_2
X_2^j	=	Ausstoß an Endprodukt X_2 an Maschine M_2^j in Werkstatt S_2
N_1	=	Anzahl der Maschinen in Werkstatt S_1
N_2	=	Anzahl der Maschinen in Werkstatt S_2

(b) Entscheidungsgrößen und Vorgabegrößen

$\bar{X}_i$	=	Absatzobergrenze für die Produktart X_i je Periode $[O, T]$
$X_{i,k}$	=	Endproduktmenge an Produkt X_i je Arbeitstag k in Werkstatt S_2
$Z_{i,k}$	=	Zwischenproduktmenge an Z_i je Arbeitstag k in Werkstatt S_1
$X_{i,k}^j$	=	Endproduktmenge an Produkt X_i je Arbeitstag k an Maschine M_2^j
$Z_{i,k}^j$	=	Zwischenproduktmenge an Z_i je Arbeitstag k an Maschine M_1^j

(c) Zielgrößen und Bewertungsgrößen

$GAZ_{i,k}^j$	=	Gesamtarbeitszeit des Arbeiters P_i^j an Arbeitstag k
$AW_{i,k}^j$	=	mittlere Lärmbelastung von Arbeiter P_i^j an Arbeitstag k
$S_{i,k}^j$	=	$-N_{i,k}^j$ = Schaden des Arbeiters P_i^j an Arbeitstag k
$KS_{i,k}$	=	von PS_i zu berücksichtigende Kosten
pr_i	=	Preis des Rohstoffes R_i
ph	=	Preis des Hilfsstoffes H
pZ_i	=	Verrechnungspreis des Zwischenproduktes Z_i

E	=	Erlös je Periode
px_i	=	Preis des Endproduktes X_i
K_p	=	Kostenfunktion von P_p
$pl_{1,i}$	=	Lohnkosten in Werkstatt S_1 je Maßeinheit Zwischenprodukt Z_i
$pl_{2,i}$	=	Lohnkosten in Werkstatt S_2 je Maßeinheit Endprodukt X_i
G_p	=	Gewinnfunktion von P_p
K_o	=	Gesamtkosten je Periode
pn_i	=	fixe Lohnkosten für Arbeiter in Werkstatt S_i + Kosten der Maschinen in S_i je Periode
KPS_i	=	Gehalt des Werkstättenleiters PS_i je Periode
KP_p	=	Gehalt des Produktionsleiters P_p je Periode

(d) Sonstige Größen

$R_{i,k}^j$	=	Rohstoffverzehr an Rohstoff R_i je Arbeitstag k an Maschine M_i
$H_{i,k}^j$	=	Hilfsstoffverzehr an Hilfsstoff H je Arbeitstag k an Maschine M_i^j
$R_{i,k}$	=	Rohstoffverzehr an Rohstoff R_i je Arbeitstag k in Werkstatt S_i
$H_{i,k}$	=	Hilfsstoffverzehr an Hilfsstoff H je Arbeitstag k in Werkstatt S_i
L_i	=	Lagerbestand an Zwischenprodukt Z_i

Anhang 2: Wertetabellen zu den Funktionen in Abb. 19

Abb. 22, Abb. 23, Abb. 26 und Abb. 27

(a) Wertetabelle zu den Funktionen in Abb. 19

$W(t)$	f_H	$f_H/W(t)$
3,0	1,8	0,6
3,5	1,855	0,53
4,0	2,0	0,5
5,0	3,75	0,75
5,5	5,5	1,0
6,0	9,0	1,5

(b) Wertetabelle zur Funktion in Abb. 22

$1,1 Z_{1,k}^j + Z_{2,k}^j$	$H_{1,k}^j$
10,0	5,45
14,85	8,1
20,21	9,74
26,4	12,0
41,25	28,12
49,9	45,37
59,4	81,0
66,0	90,0

(c) Wertetabelle zur Funktion in Abb. 23

$0,5 X_{1,k}^j + X_{2,k}^j$	$H_{2,k}^j$
5,0	6,0
6,75	8,1
9,185	9,74
12,0	12,0
18,75	28,12
22,685	45,37
27,0	81,0
30,0	90,0

d) Wertetabelle zur Funktion in Abb. 26

$$n_1 = 10$$

$Z_{1,k} + Z_{z,k}/1,1$	$H_{1,k}$
100,0	60,0
135,0	67,5
183,7	97,4
240,0	120,0
375,0	281,2
453,7	453,7
540,0	810,0
600,0	900,0

e) Wertetabelle zur Funktion in Abb. 27

$$n_2 = 10$$

$X_{1,k} + 2 X_{2,k}$	$H_{2,k}$
100,0	60,0
135,0	67,5
183,7	97,4
240,0	120,0
375,0	281,2
453,7	453,7
540,0	810,0
600,0	900,0

Anhang 3

Zur Demonstration des Effektes, daß mit einer Vergrößerung des Entscheidungsbereiches eines auf mittlerer Hierarchieebene stehenden Organisationsmitgliedes nicht unbedingt eine höhere Zielerreichung verbunden ist, dient folgendes Beispiel (vgl. Abb. 30):

Gegeben sei eine "konstante Produktionsorganisation" KPO mit den drei Organisationsmitgliedern P_0 , P_1 und P_2 , wobei $P_0 \rightarrow P_1 \rightarrow P_2$. Es sei $X = \{X, Y, Z\}$, wobei jede Größe eine Binärvariable ist.

Die Zielerreichung der Organisationsmitglieder in Abhängigkeit von den Ausprägungen der Größen X , Y und Z ist in Abb. 30 dargestellt (z.B. ist bei $x = 1$, $y = 1$ und $z = 1$ die Zielerreichung von P_2 gleich 3).

Im zunächst betrachteten Fall sei $EP_0 = \{X\}$, $EP_1 = \{Y\}$, $EP_2 = \{Z\}$, die Vorgabebereiche seien entsprechend gewählt. Nach der Struktur des Beispiels erhält P_2 bei jeder Vorgabe bezüglich X oder Y stets dann die höchste Zielerreichung, wenn $z = 1$ gewählt wird. Die Entscheidungsregel von P_2 lautet also $z = 1$.

Unter Anwendung dieser Verhaltenshypothese wählt P_1 stets $y = 1$, da P_1 hier die höhere Zielerreichung erhält. Dies hat wiederum die Wahl von $x = 1$ durch P_0 zur Folge. Der letztlich realisierte Kombinationsprozeß lautet $x = 1$, $y = 1$, $z = 1$; P_1 erhält hier eine Zielerreichung von 5.

Der Entscheidungsbereich von P_1 soll nun erweitert werden; P_1 bestimmt sowohl über Y als auch Z . P_2 besitzt keine Entscheidungsbefugnis mehr, P_0 entscheidet nach wie vor über X . P_1 trifft in dieser Situation bei einer Vorgabe von $x = 1$ die Entscheidung $y = 0$ und $z = 0$, bei einer Vorgabe von $x = 0$ die Entscheidung $y = 1$ und $z = 1$. Für P_0 bedeutet dies die Wahl zwischen den Zielerreichungsgraden 2 und 7, d. h. P_0 wählt $x = 0$. Der

realisierte Kombinationsprozeß lautet damit $x = 0$, $y = 1$ und $z = 1$; P_1 erhält eine Zielerreichung von 3. Trotz erweitertem Entscheidungsbereich liegt also eine geringere Zielerreichung vor.

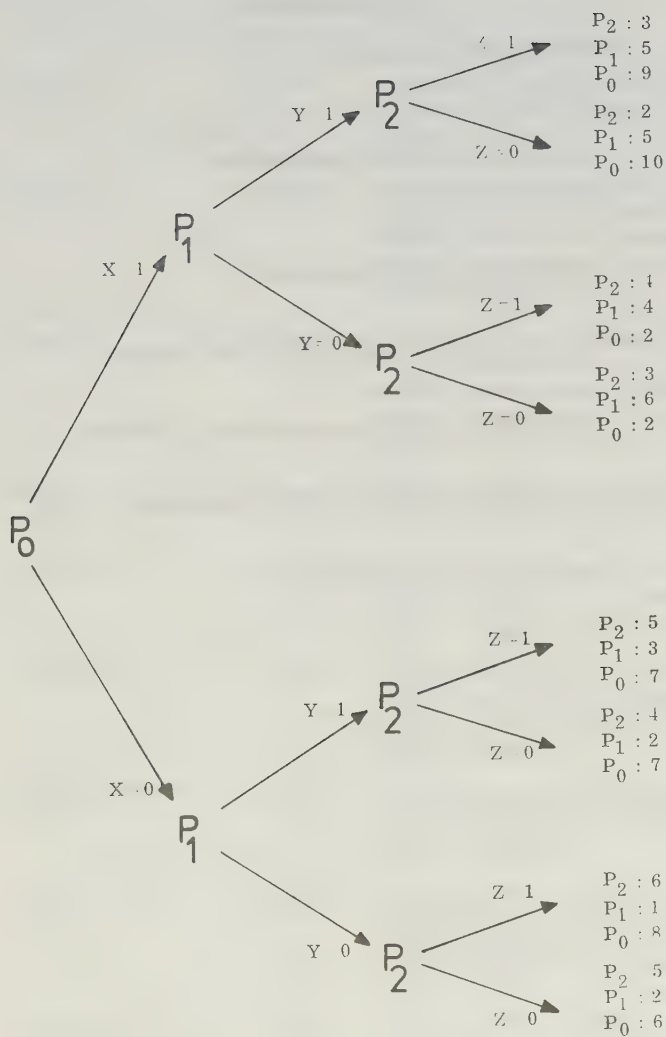


Abb. 30 (zu Anhang 3)

Abkürzungsverzeichnis

BFuP:	Zeitschrift für Betriebswirtschaftliche Forschung und Praxis
ZfB:	Zeitschrift für Betriebswirtschaft
ZfbF:	Zeitschrift für betriebswirtschaftliche Forschung
ZfhF:	Zeitschrift für handelswissenschaftliche Forschung
ZfgSt:	Zeitschrift für die gesamte Staatswissenschaft
ZO:	Zeitschrift für Organisation

Literaturverzeichnis

- | | | |
|--------------|---------|---|
| Adam, D. | (1974) | Produktions- und Kostentheorie bei Beschäftigungsgradänderungen, Tübingen - Düsseldorf 1974 |
| Albach, H. | (1962a) | Produktionsplanung auf der Grundlage technischer Verbrauchsfunktionen, Arbeitsgemeinschaft für Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, Heft 105, Köln und Opladen 1962 |
| Albach, H. | (1962b) | Zur Verbindung von Produktionstheorie und Investitionstheorie, in: Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift für E. Gutenberg, Koch, H. (Hrsg.), Wiesbaden 1962, S. 137 ff. |
| Albert, H. | (1967) | Marktsoziologie und Entscheidungslogik, Neuwied und Berlin 1967 |
| Alchian, A. | (1963) | Reliability of Progress Curves in Airframe Production, in: Econometrica, Vol. 31 (1963), S. 679 ff. |
| Baumol, W.J. | (1963) | Toward the Construction of More Useful Models, in: Models of Markets, Ed. by Alfred R. Oxenfeldt, New York und London 1963, S. 172 ff. |
| Beckmann, M. | (1953) | Aktivitätsanalyse der Produktion und des Wirtschaftens, in: ZfgSt, Bd. 109 (1953), S. 629 ff. |
| Beckmann, M. | (1955) | Grundbegriffe der Produktionstheorie vom Standpunkt der Aktivitätsanalyse, in: Weltwirtschaftliches Archiv Bd. 75, 1955II, S. 33 ff. |
| Beckmann, M. | (1960) | Lineares Programmieren und neoklassische Theorie, in: Weltwirtschaftliches Archiv, Bd. 84, 1960, S. 39 ff. |
| Berger, W. | (1970) | Lernprozesse in der Wirtschaftstheorie, Zu einer neuen lerntheoretischen Grundlegung der Wirtschaftstheorie, Berlin 1970 |

- | | | |
|------------------------------------|--------|--|
| Bichler, K. | (1970) | Verbesserung der betrieblichen Produktionsplanung durch lineare Programmierung, Hamburg - Berlin 1970 |
| Bidlingmaier, J. | (1968) | Zielkonflikte und Zielkompromisse im unternehmerischen Entscheidungsprozeß, Wiesbaden 1968 |
| Bleicher, K. | (1966) | Zentralisation und Dezentralisation von Aufgaben in der Organisation der Unternehmungen, Berlin 1966 |
| Böhmer, G. | (1970) | Lerneffekte als Kosteneinflußgrößen und ihre Berücksichtigung in der Kostenplanung und der Kostenrechnung, Diss. Münster 1970 |
| Bohr, K. | (1967) | Zur Produktionstheorie der Mehrproduktunternehmung. Traditionelle Theorie und Lineare sowie Nichtlineare Programmierung, Köln und Opladen 1967 |
| Bruns, W.J./
De Coster, D.T. | (1969) | Accounting and its Behavioral Implications, New York 1969 |
| Buckley, J.W. | (1969) | Contemporary Accounting and its Environment, Belmont 1969 |
| Busse v. Colbe, W./
Laßmann, G. | (1975) | Betriebswirtschaftstheorie, Bd. 1: Grundlagen, Produktions- und Kostentheorie, Berlin - Heidelberg - New York 1975 |
| Carlson, S. | (1939) | A Study in the Pure Theory of Production, Stockholm 1939, Nachdruck New York 1956 |
| Chmelik, G./
Kappler, E. | (1975) | Konstitutive Entscheidungen, in: Industriebetriebslehre, Heinen, E. (Hrsg.) (1975), 4. Aufl., Wiesbaden 1975 |

- | | | |
|--|--------|---|
| Collatz, L. /
Wetterling, W. | (1966) | Optimierungsaufgaben, Berlin - Heidelberg - New York 1966 |
| Conradi, J. | (1973) | Operationsanalytische Verfahren der Kapazitätsdisposition aus produktions-theoretischer Sicht, Diss. München 1973 |
| Dano, S. | (1960) | Linear Programming in Industry - Theory and Applications, Wien 1960 |
| Debreu G. | (1965) | Theory of Value. An Axiomatic Analysis of Economic Equilibrium, Carles Commission Monograph No. 17, 3. Aufl., New York - London 1965 |
| Dienstbach, H. | (1972) | Dynamik der Unternehmensorganisation, Anpassung auf der Grundlage des "Planned Organizational Change", Wiesbaden 1972 |
| Dlugos, G. | (1961) | Kritische Analyse der ertragsgesetzlichen Kostenaussage, Berlin 1961 |
| Dorfman, R. | (1953) | Mathematical or "Linear" Programming: A Non-mathematical Exposition, in: The American Economic Review, Vol. 43 (1953), S. 797 ff. |
| Dorfman, R. /
Samuelson, P.A. /
Solow, R. M. | (1958) | Linear Programming and Economic Analysis, New York - Toronto - London 1958 |
| Fäßler, K. /
Reichwald, R. | (1971) | Fertigungswirtschaft, in: Industriebetriebslehre, 1. Aufl., Heinen, E. (Hrsg.), Wiesbaden 1971, S. 249 ff. |
| Fayol, H. | (1929) | Allgemeine und industrielle Verwaltung, (deutsche Übersetzung des Originalwerkes: Administration industrielle et générale, Paris 1916), München - Berlin 1929 |
| Fehr, E. | (1968) | Produktionsplanung und -steuerung mit elektronischer Datenverarbeitung, Bern 1968 |

- | | | |
|-----------------|--------|---|
| Forrester, J.W. | (1971) | Planung unter dem Einfluß komplexer sozialer Systeme, in: Politische Planung in Theorie und Praxis, Ronge, V./Schmieg, G., München 1971 |
| Forster, J. | (1975) | Konstruktionskosten in betriebswirtschaftlichen Kostentheorien, Zur Problematik des herrschenden Kostenbegriffs, Diplomarbeit München 1975 |
| Frisch, R. | (1965) | Theory of Production, Dordrecht/Holland 1965 |
| Gäfigen, G. | (1963) | Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, Tübingen 1963 |
| Gäfigen, G. | (1968) | Theorie der wirtschaftlichen Entscheidung, 2. Aufl., Tübingen 1968 |
| Ganz, W. | (1967) | Produktionstheorie und Produktionsplanung (Bemerkungen zur gleichlautenden Festschrift zum 65. Geburtstag von Karl Hax), in: Die Unternehmung, 21. Jg. (1967), S. 157 ff. |
| Glaeser, B. | (1970) | Zum Verhältnis von Entscheidungsorientierter Betriebswirtschaftslehre und Philosophie, in: ZfB 1970, S. 665 ff. |
| Grochla, E. | (1964) | Planung, betriebliche, in: Handwörterbuch der Sozialwissenschaften, Bd. 8, Stuttgart 1964, Sp. 314 ff. |
| Gutenberg, E. | (1951) | Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. 1, Die Produktion, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1951, 2. Aufl. 1954 |
| Gutenberg, E. | (1956) | Offene Fragen der Produktions- und Kostentheorie, in: ZfhF 1956, S. 429 ff. |
| Gutenberg, E. | (1964) | Die Produktionsfunktion als Beispiel betriebswirtschaftlicher Theorienbildung, in: Kloten, N. et al. (Hrsg.), (1964), S. 145 ff. |

- | | | |
|------------------|---------|--|
| Gutenberg, E. | (1972) | Grundlagen der Betriebswirtschaftslehre, Bd. I, Die Produktion, 19. Aufl., Berlin - Heidelberg - New York 1972 |
| Haberbeck, H. R. | (1967) | Zur wirtschaftlichen Ermittlung von Verbrauchsfunktionen, Diss. Köln 1967 |
| Haberbeck, H. R. | (1968) | Zur Beschreibung der Abhängigkeitsstruktur des Produktionsverbrauches, in: ZfB 1968, S. 905 ff. |
| Hax, H. | (1965) | Die Koordination von Entscheidungen, Köln - Berlin - Bonn - München 1965 |
| Hax, K. | (1961) | Die menschliche Arbeit im Rahmen der Betriebsorganisation, in: Studium Generale, 14. Jg. 1961, S. 255 ff. |
| Heinen, E. | (1965) | Betriebswirtschaftliche Kostenlehre, Kostentheorie und Kostenentscheidungen, 1. Aufl., Wiesbaden 1965 |
| Heinen, E. | (1966a) | Das Kapital in der betriebswirtschaftlichen Kostentheorie, Bd. 2 der Schriftenreihe Die Betriebswirtschaft in Forschung und Praxis, Heinen, E. (Hrsg.), Wiesbaden 1966 |
| Heinen, E. | (1966b) | Das Kapital in der Produktions- und Kostentheorie, in: ZfB 1966, 1. Ergänzungsheft, S. 53 ff. |
| Heinen, E. | (1969a) | Zum Wissenschaftsprogramm der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1969, S. 207 ff. |
| Heinen, E. | (1969b) | Produktions- und Kostentheorie, in: Allgemeine Betriebswirtschaftslehre in programmierter Form, Jacob, H. (Hrsg.), Wiesbaden 1969, S. 201 ff. |
| Heinen, E. | (1971a) | Der entscheidungsorientierte Ansatz der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB 1971, S. 429 ff. |

- | | | |
|------------------------------|---------|--|
| Heinen, E. | (1971b) | Grundlagen betriebswirtschaftlicher Entscheidungen - das Zielsystem der Unternehmung, 2. Aufl., Wiesbaden 1971 |
| Heinen, E. | (1974a) | Einführung in die Betriebswirtschaftslehre, 5. Aufl., Wiesbaden 1974 |
| Heinen, E. | (1974) | Betriebswirtschaftliche Kostenlehre - Kostentheorie und Kostenentscheidungen, 4. Aufl., Wiesbaden 1974 |
| Heinen, E. | (1975) | Industriebetriebslehre als Entscheidungslehre, in: Industriebetriebslehre, 4. Aufl., Heinen, E. (Hrsg.), Wiesbaden 1975, S. 25 ff. |
| Heinen, E. | (1976) | Grundfragen der entscheidungsorientierten Betriebswirtschaftslehre, München 1976 |
| Heinen, E. | (1976a) | Modelle zielgerichteter Sozialsysteme, in: Heinen, E. (1976), S. 181 ff. |
| Heinen, E. /
Dietel, B. | (1976) | Zur "Wertfreiheit" in der Betriebswirtschaftslehre, in: Heinen, E. (1976), S. 404 ff. |
| Heinen, E. /
Picot, A. | (1975) | Sozialkosten im betriebswirtschaftlichen Kostendenken, in: Heinen, E., Kosten und Kostenrechnung, Wiesbaden 1975, S. 215 - 238 |
| Heinen, E. /
Sabathil, P. | (1975) | Informationswirtschaft, in: Industriebetriebslehre, Heinen, E. (Hrsg.), 4. Aufl., Wiesbaden 1975, S. 767 ff. |
| Henzel, F. | (1936) | Der Unternehmer als Disponent seiner Kosten, in: ZfB 1936 |
| Henzel, F. | (1941) | Kosten und Leistungen, 2. Aufl. der Kostenanalyse, Bühl-Baden 1941 |
| Henzel, F. | (1967) | Die Produktion und Kostentheorie in kritischer Betrachtung, in: ZfbF 1967, S. 313 ff. |

- | | | |
|-----------------|--------|--|
| Herrmann, K. | (1958) | Zur Interpretation des Ertragsgesetzes (II), in: ZfB 1958, S. 485 ff. |
| Hildenbrand, W. | (1966) | Mathematische Grundlagen zur nicht-linearen Aktivitätsanalyse, in: Unternehmensforschung 1966, S. 65 ff. |
| Ihde, G.B. | (1970) | Lernprozesse in der betriebswirtschaftlichen Lerntheorie, in: ZfB (1970), S. 451 ff. |
| Irle, M. | (1971) | Macht und Entscheidungen in Organisationen, Frankfurt a.M. 1971 |
| Jacob, H. | (1957) | Zur neueren Diskussion um das Ertragsgesetz, in: ZfhF, N.F. (1957), S. 598 ff. |
| Jacob, H. | (1960) | Das Ertragsgesetz in der industriellen Produktion, in: ZfB 30 (1960), S. 455 ff. |
| Jacob, H. | (1962) | Produktionsplanung und Kostentheorie, in: Zur Theorie der Unternehmung, Festschrift f. E. Gutenberg, hrsg. von E. Koch, Wiesbaden 1962, S. 205 ff. |
| Jacob, H. | (1964) | Neuere Entwicklungen in der Investitionsrechnung, in: ZfB 1964, S. 487 ff. und S. 551 ff. |
| Jensen, S. | (1970) | Der Begriff der Planung im Rahmen der Theorie sozialer Systeme, in: Kommunikation 1970, S. 115 ff. |
| Jobs, H.G. | (1969) | Produktionsfunktionen und Produktionsmodelle, Kritische Untersuchung ihrer Eignung als Erklärungs- und Gestaltungsmodelle, Diss. Regensburg 1969 |
| Joksch, H.C. | (1962) | Lineares Programmieren, Tübingen 1962 |
| Kabrede, H.J. | (1972) | Zur Theorie der Mehrprodukt- und Mehrstufenunternehmung, Göttingen 1972 |
| Käfer, K. | (1964) | Standardkostenrechnung, 2. neubearbeitete und stark erweiterte Aufl., Stuttgart 1964 |

- | | | |
|---|---------|---|
| Kilger, W. | (1958a) | Produktions- und Kostentheorie, Wiesbaden 1958 |
| Kilger, W. | (1958b) | Die Produktions- und Kostentheorie als theoretische Grundlage der Kostenrechnung, in: ZfhF 1958, S. 553 ff. |
| Kilger, W. | (1961) | Der Faktor Arbeit im System der Produktionsfaktoren, in: ZfB 1961, S. 597 ff. |
| Kilger, W. | (1966) | Optimale Verfahrenswahl bei gegebenen Kapazitäten, in: Produktionstheorie und Produktionsplanung, Moxter, A./Schneider, D./Wittmann, W. (Hrsg.), Köln und Opladen 1966, S. 160 ff. |
| Kilger, W. | (1974) | Flexible Plankostenrechnung, 6. Aufl., Köln und Opladen 1974 |
| Kirsch, W. | (1969) | Die Unternehmungsziele in organisations-theoretischer Sicht, in: ZfhF 1969, S. 665 ff. |
| Kirsch, W. | (1971) | Entscheidungsprozesse, Bd. 3, Wiesbaden 1971 |
| Kirsch, W. | (1972) | Die entscheidungs- und systemorientierte Betriebswirtschaftslehre, Wissenschaftsprogramm, Grundkonzeption, Wertfreiheit und Parteilichkeit, in: Wissenschaftstheorie und Betriebswirtschaftslehre, Düsseldorf, Dlugos, G./Eberlein, G./Steinmann, H. (Hrsg.) (1972), S. 153 ff. |
| Kirsch, W./
Bamberger, I./
Gabele, E./Klein, H. | (1973) | Betriebswirtschaftliche Logistik, Systeme, Entscheidungen, Methoden, Wiesbaden 1973 |
| Kirsch, W./
Meffert, H. | (1970) | Organisationstheorien und Betriebswirtschaftslehre, Wiesbaden 1970 |
| Kirsch, W. | (1975) | Planung - Kapitel einer Einführung, München 1975 |
| Kloock, J. | (1969a) | Betriebswirtschaftliche Input-Output-Modelle, Ein Beitrag zur Produktionstheorie, Wiesbaden 1969 |

- | | | |
|---------------------------|---------|--|
| Kloock, J. | (1969b) | Zur gegenwärtigen Diskussion der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie und Kostentheorie, in: 1. Ergänzungsheft zur ZfB (1969), S. 49 ff. |
| Koch, H. | (1950) | Untersuchungen über den Gültigkeitsbereich des Gesetzes vom abnehmenden Ertragszuwachs, in: ZfgSt 1950, S. 309 ff. |
| Koch, H. | (1960) | Planung, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Grochla, E./Wittmann, W. (Hrsg.), 3. Aufl., Bd. 3, Stuttgart 1960, Sp. 4340 - 4352 |
| Koch, H. | (1961) | Betriebliche Planung, Grundlagen und Grundfragen der Unternehmungspolitik, Wiesbaden 1971 |
| Koch, H. | (1975) | Planung, betriebswirtschaftliche, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Grochla, E./Wittmann, W., 4. Aufl., Bd. 3, Sp. 3001 - 3016, Stuttgart 1975 |
| Köhler, R. | (1966) | Theoretische Systeme der Betriebswirtschaftslehre im Lichte der neueren Wissenschaftslogik, Stuttgart 1966 |
| Koopmans, T.C. | (1951) | Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities, in: Activity Analysis of Production and Allocation, Koopmans, T.C. (Hrsg.), New York - London 1951 |
| Koopmans, T.C.
(Hrsg.) | (1951) | Activity Analysis of Production and Allocation, New York - London 1951 |

- | | | |
|------------------------------|--------|---|
| Kosiol, E. | (1958) | Kritische Analyse der Wesensmerkmale des Kostenbegriffs, in: Betriebsökonomisierung durch Kostenanalyse, Absatzrationalisierung und Nachwuchserziehung, Festschrift zum 65. Geburtstag von R. Seyffert, Kosiol, E./Schlieper, F. (Hrsg.), Köln und Opladen 1958, S. 7 ff. |
| Krajewski, G. | (1968) | Das System der Produktionsfunktionen - Eine Analyse der Ansatzpunkte und Untersuchungskriterien, Diss. Braunschweig 1968 |
| Krelle, W. | (1969) | Produktionstheorie, Teil I der Preistheorie, 2. Aufl., Tübingen 1969 |
| Kühn, U. | (1956) | Betrachtungen zur Theorie des Kostenverlaufs und des Ertragsgesetzes, in: BFuP, 8. Jg. (1956), S. 389 ff. |
| Künzi, H. P. /
Krelle, W. | (1962) | Nichtlineare Programmierung, Berlin - Göttingen - Heidelberg 1962 |
| Laßmann, G. | (1958) | Die Produktionsfunktion und ihre Bedeutung für die betriebswirtschaftliche Kostentheorie, Köln und Opladen 1958 |
| Laßmann, G. | (1964) | Kritische Analyse der ertragsgesetzlichen Kostenaussage, zugleich eine Besprechung des gleichnamigen Buches von Dlugos, G., in: ZfbF (1964), S. 94 ff. |
| Laßmann, G. | (1975) | Produktionsplanung, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Grochla, E./Wittmann, W. (Hrsg.), 4. Aufl., Bd. 2, Stuttgart 1975 |
| Lehmann, G. | (1962) | Praktische Arbeitsphysiologie, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Stuttgart 1962 |
| Lenk, H. | (1972) | Erklärung, Prognose, Planung, Freiburg 1972 |

- | | | |
|----------------------|--------|---|
| Loitlsberger, E. | (1971) | Metaökonomische Wertvorstellungen und Rechtsordnungen als Determinanten betriebswirtschaftlicher Theorie, in: Kortzfleisch, G. v. (Hrsg.) (1971), S. 79 ff. |
| Lücke, W. | (1969) | Produktions- und Kostentheorie, Würzburg und Wien 1969 |
| Luhmann, N. | (1966) | Reflexive Mechanismen, in: Soziale Welt, Heft 1, 1966, S. 1 ff. |
| Luhmann, N. | (1971) | Politische Planung, in: Politische Planung in Theorie und Praxis, Ronge, V. / Schmieg, G., München 1971 |
| Luhmer, A. | (1975) | Maschinelle Produktionsprozesse, Ein Ansatz dynamischer Produktions- und Kostentheorie, Köln und Opladen 1975 |
| Meyhak, H. | (1970) | Simultane Gesamtplanung im mehrstufigen Mehrproduktunternehmen, Wiesbaden 1970 |
| Mirow, H. M. | (1969) | Kybernetik, Grundlage einer allgemeinen Theorie der Organisation, Wiesbaden 1969 |
| Nell-Breuning, O. v. | (1950) | Der Mensch im Betrieb, in: ZfB 1950, S. 260 ff. |
| Paulsen, A. | (1968) | Allgemeine Volkswirtschaftslehre, Teil I: Grundlegung, Wirtschaftskreislauf, Berlin 1968 |
| Pfanzagl, J. | (1962) | Die axiomatischen Grundlagen einer allgemeinen Theorie des Messens, 2. Aufl., Würzburg 1962 |
| Raffée, H. | (1974) | Grundprobleme der Betriebswirtschaftslehre, Göttingen 1974 |
| Reichwald, R. | (1973) | Die menschliche Arbeit in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie - Eine methodologische Analyse, Diss. München 1973 |

- | | | |
|---|---------|---|
| Reichwald, R. /
Sievi, C. | (1975) | Produktionswirtschaft, in: Industrie-
betriebslehre, 4. Aufl., Heinen, E.
(Hrsg.), Wiesbaden 1975, S. 285 ff. |
| Riebel, P. /
Paudtke, H. /
Zscherlick, W. | (1973) | Verrechnungspreise für Zwischenpro-
dukte, Opladen 1973 |
| Rieger, H. | (1967) | Begriff und Logik der Planung, Wies-
baden 1967 |
| Ronge, V. /
Schmiege, G. | (1971) | Politische Planung in Theorie und Praxis,
München 1971 |
| Rühli, E. | (1973) | Unternehmensführung und Unterneh-
mungspolitik, Bern - Stuttgart 1973 |
| Scheuch, F. | (1971) | Zur Verwendung lerntheoretischer Grund-
lagen in der Betriebswirtschaftslehre,
in: ZfB (1971), S. 541 ff. |
| Schiemenz, B. | (1972) | Regelungstheorie und Entscheidungs-
prozesse, Ein Beitrag zur Betriebs-
kybernetik, Wiesbaden 1972 |
| Schneider, D. | (1961a) | Kostentheorie und verursachungsge-
mäßige Kostenrechnung, in: ZfbF, N.F.
13 (1961), S. 677 ff. |
| Schneider, D. | (1961b) | Die wirtschaftliche Nutzungsdauer von
Anlagegütern als Bestimmungsgrund
der Abschreibungen, Köln und Opladen
1961 |
| Schneider, D. | (1964) | Produktionstheorie als Theorie der
Produktionsplanung, in: Liiketalondelineen
Aikakanskirja (The Journal of Business
Economics) 1964, S. 199 ff. |
| Schneider, D. | (1965) | Lernkurven und ihre Bedeutung für
Produktionsplanung und Kostentheorie,
in: ZfbF (1965), S. 501 ff. |
| Schneider, D. | (1966) | Grundlagen einer finanzwirtschaftlichen
Theorie der Produktion, in: Produktions-
theorie und Produktionsplanung, Moxter,
A./Schneider, D./Wittmann, W. (Hrsg.),
Köln und Opladen 1966, S. 337 ff. |

- | | | |
|---------------------------------|--------|--|
| Schneider, E. | (1934) | Theorie der Produktion, Wien 1934 |
| Schneider, R. | (1964) | Wirkungen der Arbeitszeit auf Produktion, Ertrag und Kosten - Ein Beitrag zur Theorie der zeitlichen Anpassung, Stuttgart 1964 |
| Scholl, F. | (1968) | Die Einbeziehung von Lernvorgängen in ökonomische Modelle, Diss. Köln 1968 |
| Schweim, J. | (1969) | Integrierte Unternehmensplanung, Bielefeld 1969 |
| Schweitzer, M. | (1969) | Zur Verbindung von Produktions- und Organisationstheorie, in: Zeitschrift für Organisation (1969), S. 24 ff. |
| Schweitzer, M./
Küpper, H.U. | (1974) | Produktions- und Kostentheorie der Unternehmung, Reinbek bei Hamburg 1974 |
| Stackelberg, H. v. | (1932) | Grundlagen einer reinen Kostentheorie, Wien 1932 |
| Steffen, R. | (1971) | Eigenschaften industrieller Elementarfaktoren in produktionstheoretischer Sicht - Eine Analyse im Hinblick auf den Aufbau kurzfristiger Planungsmodelle, Diss. Bochum 1971 |
| Steffen, R. | (1972) | Die Erfassung von Arbeitseinsätzen in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie, in: ZfbF 1972, S. 804 ff. |
| Steffen, R. | (1973) | Analyse industrieller Elementarfaktoren in produktionstheoretischer Sicht, Grundlagen für den Aufbau kurzfristiger Planungsmodelle, Berlin 1973 |
| Stegmüller, W. | (1958) | Wissenschaftstheorie, in: Fischer Lexikon, Philosophie, Diemer, A./Frenzel, I. (Hrsg.), Frankfurt am Main 1958 |
| Stegmüller, W. | (1975) | Hauptströmungen der Gegenwartsphilosophie, Bd. 1, 5. erweiterte Aufl., Stuttgart 1975 |

- | | | |
|---|--------|---|
| Stein, C. | (1965) | Zur Berücksichtigung des Zeitaspektes in der betriebswirtschaftlichen Produktionstheorie, Diss. München 1965 |
| Stigler, G.J. | (1952) | The Theory of Price, Revised Edition, New York 1952 |
| Stöppler, S. | (1972) | Dynamische Produktionstheorie auf systemtheoretischer Grundlage, Diss. Frankfurt/M. 1972 |
| Stöppler, S. | (1975) | Dynamische Produktionstheorie, Köln und Opladen 1975 |
| Szyperski, N. | (1962) | Zur Problematik der quantitativen Terminologie in der Betriebswirtschaftslehre, Berlin 1962 |
| Taylor, F.W. | (1919) | Shop Management, New York - London 1903, deutsche Übersetzung: Die Betriebsleitung, 3. Aufl., Berlin 1919 |
| Trechsel, F./
Ulrich, H./
Kneschaurek, F. | (1968) | Grundprobleme der Unternehmungsplanung, Bern 1968 |
| Turgot, A.R.J. | (1844) | Observations sur le memoire de M. de Saint-Péray, Œvres de Turgot (Daire), 1. Bd., Paris 1844 |
| Vorbaum, H. | (1967) | Die Produktionsfunktion in betriebswirtschaftlicher Sicht, in: Industrielle Produktion, Agthe, K./Blohm, H./Schnauffer, E. (Hrsg.), Baden-Baden und Bad Homburg v.d.H. 1967 |
| Weffenschmidt, W.G. | (1955) | Produktion, Meisenheim a. Glan 1955 |
| Weddigen, W. | (1960) | Die Ertragstheorie in der Betriebswirtschaftslehre, in: ZfB (1960), S. 1 ff. |
| Weinberg, P. | (1975) | Axiomatisierung in der Betriebswirtschaftslehre, in: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Grochla, E./Wittmann, W., 4. Aufl., Bd. 1, Stuttgart 1975, Sp. 363 ff. |

- | | | |
|--------------|--------|--|
| Wittmann, W. | (1960) | Lineare Programmierung und traditionelle Produktionstheorie, in: ZfbF (1960), S. 1 ff. |
| Wittmann, W. | (1962) | Über Faktoreigenschaften und Bedingungen beim Ertragsgesetz, in: ZfgSt 1962, S. 385 ff. |
| Wittmann, W. | (1966) | Grundzüge einer axiomatischen Produktionstheorie, in: Produktionstheorie und Produktionsplanung, Karl Hax zum 65. Geburtstag, Moxter, A./Schneider, D./Wittmann, W., Köln und Opladen 1966, S. 9 ff. |
| Wittmann, W. | (1968) | Produktionstheorie, Berlin - Heidelberg - New York 1968 |
| Zadeh, C.A. | (1974) | The Concept of State in System Theory, in: Views on General Systems Theory, Mesarović, M. D. (Hrsg.), New York - London - Sydney 1964 |
| Zierul, H. | (1974) | Die menschliche Arbeit in einer dynamischen Produktionstheorie, Bd. 6 der Kölner wirtschafts- und sozialwissenschaftlichen Abhandlungen, Köln 1974 |

Lebenslauf

Name: Christian S i e v i

Geboren: 25. 4. 1948 in Landshut

Eltern: Franz Sievi, Amtmann
Rosa Sievi, geb. Heber, Hausfrau

Schulen: 1954 - 1958 Volksschule Landshut
1958 - 1967 Hans-Leinberger-Gymnasium Landshut
21. 7. 1967 Reifeprüfung

Studium: WS 1967/68 Mathematik wirtschaftswiss. Richtung
an der Universität München
1. 8. 1973 Diplomprüfung Mathematik
wirtschaftswiss. Richtung

Berufliche Tätigkeit: Seit 1. 11. 1973 wissenschaftlicher Assistent am
Institut für Industrieforschung und betriebliches
Rechnungswesen (Vorstand Prof. Dr.Dr. h.c. E.
Heinen).

